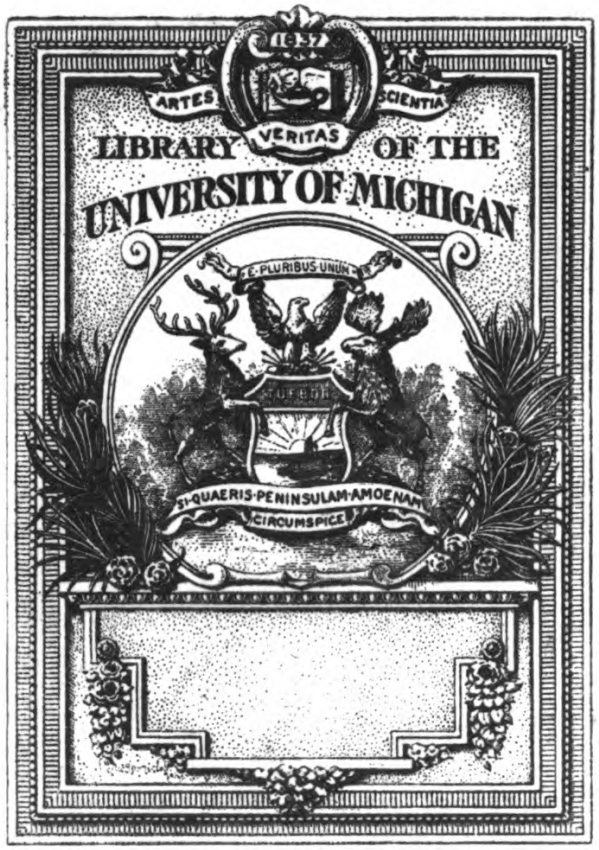
B 1,064,758

BIBLIOTHEK
DER
NATURFORSCHENDEN
GESELLSCHAFT
IN
ZÜRICH.

Schweizerische Landesausstellung
ZÜRICH
1883.
Aussteller Naturforsch. Gesellsch.
Wohnort: Zürich
Gegenstand: Buch
No. 30/23.

1837
ARTES VERITAS SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



Q
67
.Z965

Vierteljahrsschrift

der

Naturforschenden Gesellschaft

in

ZÜRICH.

Redigirt

von

Dr. Rudolf Wolf,
Prof. der Astronomie in Zürich.

Dreiundzwanzigster Jahrgang.

Zürich,
in Commission bei S. Höhr.
1878.

NATURFORSCHENDE
GESELLSCHAFT
IN
ZURICH.

Inhalt.

Seite.

Hermann, die Ergebnisse neuerer Untersuchungen auf dem Gebiete der thierischen Electricität . . . 1
Mayer, zur Geologie des mittleren Ligurien etc. . . 74
Müller, Einleitung in die Hydrodynamik . . . 129 242
Schulze, über Eiweisszersetzung im Pflanzenorganismus . 366
Tribolet, sur l'âge stratigraphique de la zone gypsifère alpine Bex — lac de Thoune 160
Weber, das Wärmeleitungsvermögen von Gneiss und seine Abhängigkeit von der Temperatur 209
— die Inductionsvorgänge im Telephon 265
— Untersuchungen über das Elementargesetz der Hydrodiffusion 325
Wolf, astronomische Mittheilungen . . . 38 166 305

Baltzer, über die Marmorvorkommnisse am Finsteraarhorn . 108
Billwiller, über eine merkwürdige Luftspiegelung . . . 273
Cramer, über hochdifferenzirte ein- und wenigzellige Pflanzen 400
Fritz, über den Zusammenhang zwischen Weinerträgen und Sonnenflecken 392
Heim, über die Thalstufen und Terrassen in den Alpenthälern 277
Hermann, über physiologische Beziehungen des Telephons . 98
— über den phasischen Actionsstrom der Nerven . . . 397

Seite.

Keller, über den gegenwärtigen Zustand der Keimblätterlehre 280

Schär, über Anfangs- und Zwischenstadien bei chemischen Verbindungen 100

— über die Sanitas 281

Tscheinen, aus einem Schreiben von Kaplan Stephan Biner in Zermatt vom 26. September 1859 95

Weilenmann, Auszüge aus den Sitzungsprotokollen 96 183 275 388

Wolf, nach einem fliegenden Blatte von Horner's Hand . . 182

— Notizen von Herrn Freihauptmann Kündig über Blüthe und Reife der Trauben bei Zürich (aus dem Nachlasse des sel. Ingenieur Denzler) 387

— Notizen zur schweiz. Kulturgeschichte (Forts.) 114 188 283 407

Die Ergebnisse neuerer Untersuchungen auf dem Gebiete der thierischen Electricität. [1])

Von

L. Hermann.

(Nach einem am 2. Februar 1878 in der Gesellschaft der Aerzte in Zürich gehaltenen Vortrage.)

I. Einleitende Bemerkungen.

Der Zustand des Gebietes vor zehn Jahren.

Bis zum Jahre 1867 hatten in der Lehre von der thierischen Electricität gewisse aus den classischen Untersuchungen *du Bois-Reymond*'s hervorgegangene theoretische Anschauungen unbestrittene Geltung. *du Bois-Reymond* hatte für das ganze Gebiet eine mustergültige Methodik geschaffen, und mittels derselben eine Anzahl Grundthatsachen theils sicherer als seine Vorgänger festgestellt, theils unter strenge Gesetze geordnet, grösstentheils aber selbst entdeckt. Diese Thatsachen waren, kurz zusammengestellt, folgende: 1. Muskel- und Nervenfasern zeigen, quer durchschnitten, eine in ihnen vom Querschnitt zur Längsoberfläche gerichtete electromotorische Kraft, die bis zu $^1/_{12}$ eines Daniell'schen Elementes gehen kann. 2. Die Negativität des Querschnitts ist dem natürlichen Faserende («natürlichen Querschnitt») des Muskels in geringerem

[1]) Die Citate, bei denen kein Autor genannt ist, betreffen Arbeiten des Verfassers.

Grade eigen, und kann selbst ganz fehlen oder in Positivität umschlagen. Die höheren Grade dieser «Abweichung», der sog. «Parelectronomie», werden durch andauernde Einwirkung der Kälte begünstigt. 3. Wird eine Nervenfaser in einer Strecke ihres Verlaufs von einem galvanischen Strome durchflossen, so ist sie in den extrapolaren Strecken Sitz einer jenem Strome gleichsinnigen Kraft, welche in der Nähe der Pole am stärksten ist («Electrotonus»); dieser Einfluss erstreckt sich nur soweit als die Integrität der Faser vollkommen erhalten ist. 4. Muskeln und Nerven mit künstlichen Querschnitten zeigen während der Erregung eine Abnahme (negative Schwankung) ihres Stromes; im unversehrten Muskel summirt sich der negative Betrag der Schwankung in unveränderter Grösse algebraisch zu dem bestehenden Strome, welche Grösse und Richtung derselbe auch haben mag.

Aus diesen Thatsachen hatte *du Bois-Reymond* folgende Theorie abgeleitet: 1. Die Muskel- und Nervenfasern enthalten in einem indifferenten Leiter suspendirte electromotorische Theilchen, welche dem Längsschnitt positive, den Querschnitten negative Flächen zuwenden. 2. Am natürlichen Ende der Muskelfaser sind Theilchen besonderer Art mehr oder weniger entwickelt, welche dem Faserende positive Flächen zukehren; Kälte begünstigt die Entwicklung dieser «parelectronomischen» Schicht. 3. Die Molekeln des Nerven nehmen unter dem Einflusse eines sie durchfliessenden Stromes eine neue Anordnung an, in welcher sie dem positiven Pole negative, dem negativen positive Flächen zuwenden. Denkt man sich die Molekeln dipolar-electrisch, so würden im Ruhezustand je zwei

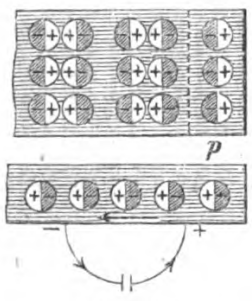


Fig. 1.

untrennbar zusammengehörige einander ihre positiven, den Querschnitten aber ihre negativen Flächen zukehren, und die Einwirkung des Stromes darin bestehen, dass er sie sämmtlich säulenartig anordnet. Indem sich diese Anordnung in vermindertem Grade über die durchflossene Strecke hinaus erstreckt, entstehen die electrotonischen Kräfte. (In Fig. 1 ist oben die normale, unten die electrotonische Anordnung veranschaulicht; über p sind die parelectronomischen Molecüle des künstlichen Faserendes angegeben.) 4. Durch die Erregung nehmen entweder die electromotorischen Kräfte der Molekeln ab, oder letztere nehmen eine neue Anordnung an, in welcher sie nach aussen weniger wirksam sind; an dieser Veränderung nehmen die parelectronomischen Molekeln keinen Antheil.

An die Aufstellung dieses Molecularschemas knüpften sich mannigfache Hoffnungen. Es schien naheliegend, dass in den gegenseitigen Beziehungen der mit electrischen Eigenschaften ausgestatteten Theilchen das Wesen der Erregung und ihrer Leitung im Muskel und Nerven begründet sei, indem vielleicht Drehung, Schwingung oder sonstige Veränderung eines Theilchens gleiche Veränderung im Nachbartheilchen hervorriefe. Ja es schien denkbar, dass auch die Zusammenziehung des Muskels auf die gegenseitigen Anziehungs- und Abstossungswirkungen jener Theilchen sich würde zurückführen lassen. Wenn auch speciellere Vermuthungen über diese Puncte kaum gewagt wurden, und namentlich der Urheber der Moleculartheorie in dieser Hinsicht eine lobenswerthe Zurückhaltung beobachtete, so hielt man es doch bis zum Jahre 1867 ziemlich allgemein stillschweigend für ausgemacht, dass der Ruhestoffwechsel der Muskeln und Nerven zur Erhaltung der beständig electromotorisch wirksamen Molekeln und ihrer Kräfte

unentbehrlich sei, und dass die Erregung in erster Linie auf Bewegungen dieser Molekeln beruhe, welche freilich mit vermehrtem Sauerstoffverbrauch und vermehrter Oxydation in irgend welcher Weise verknüpft sei.

Untersuchungen, welche zu veränderter Auffassung den Anstoss gaben.

Untersuchungen über den Gas- und Stoffwechsel der Muskeln [1]) lieferten mir Resultate, welche von den damals herrschenden Vorstellungen über die functionellen Vorgänge in diesen Organen wesentlich abwichen. Ich fand, dass die Muskeln keinen auspumpbaren Sauerstoff enthalten und trotzdem in sauerstofffreier Umgebung lange Zeit hindurch der energischsten Leistungen fähig sind; hieraus schloss ich, dass das chemische Substrat der Muskelarbeit nicht ein Oxydationsprocess ist, sondern ein Spaltungsprocess, bei welchem durch Sättigung stärkerer Affinitäten, durch Uebergang in eine stabilere Atomgruppirung, Kräfte frei werden, etwa wie bei der alkoholischen Gährung des Zuckers. [2]) Unter den Spaltungsproducten findet sich Kohlensäure; eine Vergleichung der bei der Anstrengung und bei der Erstarrung frei werdenden Kohlensäuremengen ergab, das beide aus einer gemeinsamen Quelle stammen müssen, und so ergab sich, unter Zuhülfenahme eines ähnlichen Resultats, welches *J. Ranke* für die Milchsäure erhalten hatte, eine vollkommene Analogie zwischen dem chemischen Process der Contraction und der Erstarrung. Beide Processe

---

[1]) Untersuchungen über den Stoffwechsel der Muskeln, ausgehend vom Gaswechsel derselben. Berlin 1867.

[2]) Aehnliche Gedanken sind später, in etwas grösserer Allgemeinheit, ausgesprochen worden von *J. Liebig,* in den Sitzungsberichten der bayr. Acad. 1869. II. 4, und von *Pflüger,* Arch. f. d. ges. Physiol. X. p. 251. 1875.

sind Spaltungen; als Spaltungsproducte sind bekannt: Kohlensäure, Milchsäure und für die Erstarrung ein von *Brücke* und *Kühne* nachgewiesenes Eiweisscoagulum, welches dereinst vielleicht auch für die Contraction als vorübergehende Abscheidung wird nachgewiesen werden. Die Sauerstoffaufnahme des Muskels hat mit dem Spaltungsprocess nichts direct zu thun, sie gehört zu einem synthetischen Restitutionsprocess, bei dem vielleicht gewisse Spaltungsproducte wieder verwendet werden. So erklärte sich die Unabhängigkeit der Sauerstoffaufnahme des Muskels von seiner Kohlensäurebildung.

Nach dieser Vorstellung findet also während der Ruhe beständig langsame Spaltung und langsame Restitution statt; letztere ist an die Zufuhr sauerstoffhaltigen Blutes geknüpft. Wird die letztere aufgehoben, so erschöpft sich der ganze Vorrath spaltbarer Substanz des Muskels, der Muskel wird starr. Bei der Contraction wird der Spaltungsprocess plötzlich beschleunigt, und die Restitution hat Mühe, ihm gleichen Schritt zu halten; ihr Zurückbleiben bedingt die Ermüdung.

Die Analogie zwischen Contraction und Erstarrung war schon seit langer Zeit aufgefallen, obgleich man ausser der Verkürzung des Muskels kein gemeinsames Moment kannte. Man hatte die Erstarrung als die letzte Contraction des sterbenden Muskels bezeichnet. Die neue Anschauung kehrte gleichsam die Sache um, indem sie die Contraction einer momentanen und vorübergehenden Erstarrung verglich. Die physicalischen Analogien zwischen Contraction und Erstarrung haben sich seitdem vermehrt; es fand sich, dass nicht bloss bei der Contraction, sondern auch bei der Erstarrung das Volumen des Muskels etwas abnimmt, und Wärme frei wird. Ja es giebt offenbare Uebergangszustände zwischen Contraction und Starre, wie neuerdings erkannt worden

ist. [1]) Jede zu heftige Reizung des Muskels macht, dass die Contraction nur unvollkommen schwindet, ein Verkürzungsrückstand bleibt; Ermüdung und Absterben begünstigen diesen Zustand bleibender, starreähnlicher Contraction (*Schiff*'s «idiomusculäre Contraction»); einen ähnlichen Zustand bewirken viele Muskelgifte, wie Veratrin, Delphinin, Digitalin, Emetin, Coffein etc.

Die Verfolgung jener Analogien zwischen Contraction und Erstarrung führte mich auf eine Anschauung über das Wesen der thierischen Electricität, welche von der bestehenden in fundamentaler Weise abwich. [2])

Grundgedanke der neuen Theorie.

Die wichtigste und sicherste damals bekannte Thatsache war die, dass eine durchschnittene Muskelfaser einen negativen Querschnitt zeigt, bis sie völlig erstarrt ist, und dass diese Negativität bei der Erregung abnimmt oder schwindet. Diese Erscheinung konnte, im Hinblick auf die chemische und physicalische Analogie des Erregungs- und des Erstarrungsprocesses, und in Erwägung, dass am künstlichen Querschnitt sich beständig und vom ersten Moment ab erstarrende Substanz befindet, durch die Annahme erklärt werden, dass das Erstarren sowohl als die Erregung das Protoplasma in solcher Weise verändert, dass es sich negativ electrisch verhält gegen unverändertes, ruhendes Protoplasma. Wenn das ist, muss der künstliche Querschnitt so lange negativ sein, bis die Faser in ganzer Länge erstarrt ist, und durch Erregung des lebenden Antheils muss die electrische Differenz abnehmen.

---

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. XIII. p. 371. 1876; XVI. p. 252. 1878.

[2]) Untersuchungen zur Physiologie der Muskeln und Nerven, 2. und 3. Heft. Berlin 1867 und 1868.

II. Die Ströme ruhender Organe.

Die Stromlosigkeit ruhender unversehrter Muskeln.

Die erste Frage, welche zur Prüfung dieser Theorie (welche ich im Gegensatz zur «Präexistenztheorie» als «Alterationstheorie» bezeichnet habe) entschieden werden musste, war die, ob absolut unversehrte Muskeln einen Muskelstrom besitzen. Ausgeschnittene Muskeln besitzen fast regelmässig unmerkliche Verletzungen, seien es mechanische oder chemische. In den ersten Versuchen *du Bois-Reymond*'s waren die Muskeln regelmässig mit gesättigten Salzlösungen benetzt, und dadurch in solchem Grade angeätzt, dass er dem natürlichen Faserende sogar die volle Negativität künstlicher Querschnitte zuschreiben konnte. Als diese Fehlerquelle von *du Bois-Reymond* selbst entdeckt war, blieben jedoch noch immer Wirkungen des Faserendes übrig, freilich von ganz anderer Ordnung als sie früher gefunden waren, und von regelloser Richtung; zu ihrer Erklärung wurde die Theorie der parelectronomischen Schicht erfunden. Aber je mehr bei der Präparation der Muskeln alle Schädlichkeiten fern gehalten werden, um so näher findet man sie der vollkommenen Stromlosigkeit. Zu den Schädlichkeiten gehört beim Frosche vor Allem Benetzung mit dem stark ätzenden Hautsecret, Berührung mit der äusseren Hautfläche. [1]) Der Wadenmuskel lässt sich bei der Präparation vor solchen Berührungen bewahren, und zeigt dann nur so schwache und regellose Ströme, wie sie in jedem Kreise, in welchem sich feuchte Leiter befinden, auftreten. [2]) Die Oberschenkelmuskeln des

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. III. p. 37. 1870.

[2]) Ebendaselbst p. 16, 35.

Frosches sind ohne Ausnahme dergestalt mit einander oder mit anderen Nachbargebilden (Haut, Knochen) verwachsen, dass sie sich nicht mechanisch unverletzt darstellen lassen, da jeder fremde Anhang vermieden werden muss. [1])

Die Angabe, dass Kälte die Entwicklung eines stromlosen Zustandes oder verkehrter Ströme begünstige, bestätigte sich nicht. Wadenmuskeln frisch gefangener, und lange im Eiskeller aufbewahrter Frösche, verhalten sich electromotorisch durchaus nicht verschieden. [2]) (Gefroren gewesene Muskeln sind nach dem Aufthauen innerlich verletzt, und deshalb zu solchen Versuchen gänzlich zu verwerfen.)

Der sicherste Weg unverletzte Muskeln zu untersuchen, schien die Ableitung vom unenthäuteten Thiere. Allein hier fand *du Bois-Reymond*, [3]) der diesen Weg zuerst betrat, eine unerwartete Schwierigkeit in den Hautströmen, welche fast alle Thiere besitzen. Versucht man diese Hautströme durch Aetzung der Haut mit Salzlösungen zu beseitigen, so durchdringt die Lösung alsbald die Haut, und ätzt die darunter liegenden Muskeln an; man merkt dies an der allmählichen Entwicklung desjenigen Stromes, welcher eintritt, wenn die Oberfläche der nackten Muskeln mit Aetzmitteln benetzt wird. Dass zu der Zeit, wo der Muskelstrom vorhanden ist, die Muskeln bereits angeätzt sind, [4]) kann man direct sehen, sobald man Silbernitrat zur Hautätzung benutzt hat, dessen Aetzwirkung durch

---

[1]) Ebendaselbst XV. p. 227. 1877.

[2]) Ebendaselbst XV. p. 226. 1877.

[3]) *du Bois-Reymond*, Untersuchungen über thier. Electr. II. 2. Abth. p. 7.

[4]) Untersuchungen Heft III. p. 6. 1868.

eine Trübung erkennbar ist. [1]) Wählt man dagegen die Aetzstellen der Haut so, dass keine aponeurotischen Muskelflächen darunter liegen, so ist kein Muskelstrom nachweisbar, sondern nur äusserst schwache und unregelmässige Wirkungen, die wie schon bemerkt, in einem Kreise von feuchten Leitern gar nichts beweisen, zumal da weder Aetzung noch Abkratzung die Haut absolut stromlos macht. [2])

Fische besitzen keinen Hautstrom; hier genügt nun in der That Ableitung von zwei beliebigen Puncten der Haut (das Thier muss, wie auch die Frösche, bei allen derartigen Versuchen durch Curare bewegungslos gemacht sein), um die Abwesenheit des Muskelstroms zu beweisen.[3])

Ein Object, an dem sich die Abwesenheit des Muskelstroms sehr schön demonstriren lässt, ist nach neueren Untersuchungen von *Engelmann* das Herz. [4]) Hier ist zur Prüfung ja nur Entfernung des Herzbeutels erforderlich, eine Operation, die ohne jede Beschädigung des Fleisches geschehen kann. Das Herz ist stromlos, jede verletzte Stelle aber negativ. Die Präexistenzlehre kann dieser Thatsache, sowie der Stromlosigkeit der Fische gegenüber sich nur durch die ad hoc gemachte und höchst unwahrscheinliche Annahme halten, dass keine Faser der Oberfläche ihr natürliches Ende zukehre.

---

[1]) Ebendaselbst p. 14.

[2]) Ebendaselbst p. 14; Arch. f. d. ges. Physiol. III. p. 16, 23, 26 ff.; IV. p. 149. 1871.

[3]) Arch. f. d. ges. Physiol. IV. p. 152. 1871.

[4]) *Engelmann,* Utrecht'sche physiol. Onderzoek. (3) III. p. 82. 1874.

Die Nicht-Präexistenz einer electromotorischen Kraft im Muskel.

Ein anderer Weg, die Präexistenzfrage zu entscheiden, schien die Untersuchung, ob nach Anlegung des künstlichen Querschnitts der Muskelstrom augenblicklich in voller Stärke vorhanden sei oder zu seiner Entwicklung eine, wenn auch noch so kleine, Zeit bedürfe. Wäre letzteres der Fall, so kann unmöglich diejenige Lehre richtig sein, welche im Muskel die Molekeln vorgebildet annimmt, und das Messer dieselben nur freilegen lässt. Die Versuche, welche ich in den Jahren 1875 bis 1877 über diese Frage angestellt habe, [1]) entschieden in diesem Sinne. Mittels eines besonderen Apparats wurde der galvanometrische Kreis im Augenblick der Verletzung geschlossen und eine äusserst kleine Zeit später wieder geöffnet. Die erhaltene Ablenkung war kleiner als sie in einem zweiten Versuche erhalten wurde, wo der Muskelstrom schon entwickelt war und während der gleichen kurzen Schlusszeit auf das Galvanometer wirkte. Der Muskelstrom braucht also zu seiner Entwicklung Zeit; er präexistirt demnach nicht.

Die Ströme des Nerven, der bluthaltigen Drüsen, der Pflanzen etc.

Es war vorauszusehen, dass die Eigenschaft, auf Verletzungen mit Negativwerden der absterbenden Substanz zu reagiren, auch anderen protoplasmatischen Gebilden zukommen würde. In erster Linie steht hier der Nerv, dessen Strom von *du Bois-Reymond* entdeckt und ebenfalls auf ein Molecularschema zurückgeführt worden war. Unversehrte Nervenendigungen sind aus mannigfachen Gründen

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. XV. p. 191. 1877.

galvanischer Untersuchung unzugänglich; trotzdem zweifelte man wegen der Analogie der Muskeln nicht an ihrem Strom und demnach an der Zulässigkeit des Molecularschemas. Mit der Entdeckung der Stromlosigkeit der Muskeln kehrte sich das Verhältniss um; [1]) es war fortan nicht der mindeste Grund, dem Nerven einen anderen Ruhestrom zuzuschreiben als den künstlicher Querschnitte. Wir werden sehen, dass auch die Erscheinungen des Electrotonus nicht im mindesten die Aufstellung eines Molecularschemas rechtfertigen.

An zwei Gruppen protoplasmatischer Apparate habe ich selbst auf Grund obiger Ueberlegung die künstlichen Querschnitte untersucht und negativ gefunden; beide Male fand sich, dass die entsprechende Beobachtung schon vorher von Andern gemacht war. Der erste Fall betraf die drüsigen Organe des Frosches, [2]) an denen schon *Matteucci* negative Querschnitte beobachtet hatte. Ich fand, dass diese Eigenschaft nur vorhanden ist, wenn die Gefässe ungeronnenes Blut enthalten, mit dessen Veränderung am Querschnitt die electromotorische Kraft zusammenzuhängen scheint. Der zweite Fall betrifft die Negativität künstlicher Schnitte und Aetzstellen an Pflanzen, [3]) erstere zuerst von *H. Buff* beobachtet. [4]) Beide Erscheinungen sind zugleich derart, dass eine Moleculartheorie absolut undenkbar ist, obgleich es selbst hier nicht an einem Versuche dazu gefehlt hat.

---

[1]) Untersuchungen, Heft III. p. 25. 1868.

[2]) Ebendaselbst p. 88.

[3]) Arch. f. d. ges. Physiol. IV. p. 155. 1871.

[4]) *Buff*, Ann. d. Chemie LXXXIX. p. 76. 1854.

Das Gebundensein der Ströme an das Vorhandensein eines lebenden Antheils im verletzten Protoplasmakörper.

An den künstlichen Querschnitten der Pflanzen bemerkte ich, dass ihre Negativität rasch vorübergeht, neue Querschnitte aber von Neuem negativ erscheinen. Ich erklärte mir dies Verhalten dadurch, dass die Negativität des Querschnitts nach unserm Grundgesetz nur so lange bestehen kann, als die angeschnittenen Zellkörper noch einen lebenden Protoplasmarest besitzen; sind sie völlig abgestorben, so muss der Strom aufhören. So erklärt sich auch, weshalb an deutlich längsfasrigen Pflanzen auch künstliche Längsschnitte sich positiv gegen künstlichen Querschnitt verhalten; [1]) indem nämlich die längsgespaltenen Zellkörper viel rascher durchweg abgestorben sind, als die querdurchschnittenen. Die gleiche Vergänglichkeit des Stromes, welche ich an künstlichen Querschnitten der Pflanzen gefunden hatte, hat neuerdings *Engelmann* auch am Herzen und an glattmuskeligen Organen beobachtet, und in gleicher Weise erklärt. [2]) Diese Organe sind aus aneinandergereihten selbstständigen Zellkörpern zusammengesetzt, und der Strom eines Querschnitts kann desshalb nur so lange dauern, bis die verletzten Zellen durchweg abgestorben sind. [3]) Die gleiche Erscheinung fand endlich *Engelmann* auch an den Nerven. Hier bilden die *Ranvier*schen Schnürringe Zellgrenzen, an denen, wie *Engelmann*

---

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. IV. p. 159, 163.

[2]) *Engelmann*, Arch. f. d. ges. Physiol. XV. p. 116. 1877.

[3]) Eine ganz analoge Beobachtung machte ich im Frühjahr 1877 an jungen Medusen, welche, durch gütige Vermittlung des Herrn Prof. *Hensen* in Kiel, lebend nach Zürich gekommen waren und mehrere Wochen erhalten werden konnten.

vorher gefunden hatte, [1]) der Absterbeprocess Halt macht, obwohl die Erregung diese Grenzen, wie auch am Herzen, Darm und Uterus überschreitet. [2])

Beseitigung der Demarcationsströme durch natürliche Heilung.

Engelmann war es vorbehalten, noch einen weiteren Beweis gegen die Präexistenzlehre zu entdecken. [3]) Durchschneidet man nämlich einem lebenden Frosche einen Muskel subcutan, so nimmt die Negativität des künstlichen Querschnitts, und zwar unter dem Einfluss der Circulation und Innervation, beständig ab und schwindet endlich ganz. Wenn also die Natur künstliche Querschnitte stromlos zu machen die Tendenz hat, so ist es klar, dass im Naturzustande kein Muskel einen Strom haben kann, sondern jeder ruhende Muskelstrom von Verletzung herrühren muss.

Da sonach alle Ströme ruhender Muskeln, Nerven etc. (mit alleiniger Ausnahme des Einflusses ungleicher Temperatur und galvanischer Durchströmung) auf dem Contact absterbender und lebender Substanz beruhen und ihre electromotorische Kraft in der «Demarcationsfläche» ihren Sitz hat, so nenne ich diese Ruheströme «Demarcationsströme.»

---

[1]) *Engelmann*, Arch. f. d. ges. Physiol. XIII. p. 474. 1876.

[2]) *Gad* und *Tschiriew* (Verhandl. d. physiol. Ges. z. Berlin 1877. Nr. 21) glauben das Schwinden des Stromes im Nerven davon herleiten zu können, dass nach dem Absterben der angeschnittenen *Ranvier*'schen Abschnitte die nun wirksamen Endflächen der nächstfolgenden nicht mehr in Einer Flucht liegen, so dass ihr Strom durch Nebenschliessung geschwächt wird. Der Werth dieser Betrachtung ergiebt sich sofort, wenn man bedenkt, dass die Länge der *Ranvier*'schen Abschnitte überhaupt nur 1—1½ mm. beträgt.

[3]) *Engelmann*, Arch. f. d. ges. Physiol. XV. p. 328. 1877.

Einfluss der Temperatur.

Hat die Muskelsubstanz innerhalb der gleichen Faser verschiedene Temperaturen, so verhalten sich, wie ich gefunden habe, [1]) die wärmeren Stellen positiv gegen die kälteren, so lange die Temperatur nicht diejenige Grenze erreicht, welche Absterben (Wärmestarre), also Negativität herbeiführt. In genau gleichem Grade wie die lebende Substanz durch Wärme positiver wird gegen andre lebende, wird sie es auch gegen die absterbende, so dass nicht allein der Demarcationsstrom durch Erwärmen des ganzen Muskels kräftiger wird (wovon schon *du Bois-Reymond* Andeutungen sah; *Steiner* bestätigte es neuerdings auch für Nerven), sondern auch die Kraft des Demarcationsstroms nur von der Temperatur der lebenden Substanz an der einen Ableitungstelle, nicht von der Temperatur der zwischenliegenden Substanz abhängig ist; die Muskelsubstanzen verschiedener Zustände bilden also eine Voltaische Spannungsreihe. [2])

Ströme ganzer Muskeln.

Wie schon bemerkt, ist an völlig unversehrten Muskelfasern kein Strom vorhanden. Alle Ströme ruhender Muskeln sind also, abgesehen von Temperaturverschiedenheiten, Wirkung von Verletzungen. Am einfachsten gestaltet sich der Strom an einem parallelfasrigen, quer durchschnittenen Muskel; hier liegen alle Demarcationsflächen dem Querschnitt parallel (Fig. 2),

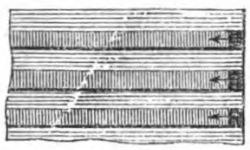


Fig. 2.

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. IV. p. 163. 1871.

[2]) Ebendaselbst p. 178.

jeder Punkt des Querschnitts verhält sich also negativ gegen jeden Punct der Längsoberfläche. [1]) Da aber der Muskel zwischen den Fasern und an seiner Oberfläche indifferentes leitendes Gewebe besitzt, durch welches sich die Demarcationsströme grossentheils abgleichen können (Sarcolemme, Perimysium, abgestorbene Schicht am Querschnitt; in der Figur ist das indifferente Gewebe horizontal schraffirt), so ist erstens die Kraft der abgeleiteten Ströme nur ein Bruchtheil der Kraft der einzelnen Faser, zweitens ist die Positivität des Längsschnitts und die Negativität des Querschnitts dergestalt vertheilt, dass sie in der Mitte am grössten sind; so entstehen die sog. «schwachen Ströme» beim Ableiten von zwei unsymmetrischen Längsschnitts- oder Querschnittspuncten. [2]) An den schwachen Längsschnittsströmen kann übrigens, besonders beim Nerven, electrotonische Ausbreitung des Demarcationsstroms betheiligt sein (vgl. unten).

Bei schrägem Querschnitt entsteht, wie *du Bois-Reymond* gezeigt hat, [3]) eine besondere Verziehung der Niveaulinien, indem sich die Wirkung einer electromotorischen Kraft einmischt, welche am schrägen Querschnitt von der spitzen zur stumpfen Kante gerichtet ist («Neigungsstrom»). *du Bois-Reymond* sieht den Grund dieser Kraft in der treppenartigen Anordnung, welche die Endmolekeln am schrägen Querschnitt bilden. Dieselbe Theorie aber passt auch für die treppenartige

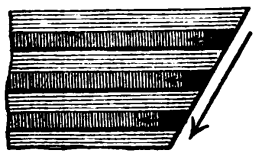


Fig. 3.

[1]) Die reinste Querschnittsableitung gewährt ein wärmestarr gemachter Muskelabschnitt (sog. «thermischer Querschnitt»); vgl. Arch. f. d. ges. Physiol. IV. p. 167. 1871.

[2]) *du Bois-Reymond*, Untersuchungen I. 1849.

[3]) *du Bois-Reymond*, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1863. p. 521; Monatsber. d. Berliner Acad. 1866. p. 387.

Anordnung der Demarcationsflächen der Muskelfasern (Fig. 3). Die Moleculartheorie wäre zur Erklärung der Neigungsströme nur dann erforderlich, wenn eine einzelne schräg durchschnittene Muskelfaser einen Neigungsstrom besässe, was aber niemals nachgewiesen ist, oder nachgewiesen werden kann. Der Umstand, dass manche Fasern mit schrägen Facetten an der Sehne endigen,[1]) könnte nur dann eine Moleculartheorie erforderlich machen, wenn solche Sehnen in unversehrtem Zustande einen Neigungsstrom besässen, was nicht der Fall ist; im verletzten Zustande sind aber die Demarcationsflächen stets senkrecht zur Faserrichtung, so dass eine treppenförmige Anordnung stattfindet (Fig. 3).

In allen Fällen partieller Verletzung des Muskels wirken nur die verletzten Fasern electromotorisch; die übrigen bilden eine indifferente Nebenschliessung. Die schwachen Ströme solcher Muskeln haben daher keine gesetzmässige Beziehung zu den Flächen des Muskels, da alles auf den Sitz der Verletzungen ankommt; daher die regellosen Ströme der sogenannten parelectronomischen Muskeln. Wenn Verletzungen irgend welcher Art promiscue die Oberfläche des Muskels treffen, so ist stets grössere Wahrscheinlichkeit für eine vom Muskelende zum Längsschnitt (im Muskel) gerichtete Kraft, und dieselbe ist in der That fast stets vorhanden. Hat eine geringe Schädlichkeit die Oberfläche des Muskels getroffen, so macht das Absterben des Längsschnitts an der nächsten Fasergrenze Halt (vgl. oben S. 12), während das Absterben vom Querschnitt her einen dauernden Strom verursacht; nur bei den polymeren Muskeln (Herz, Darm etc.) ist es anders. Partiell am Längsschnitt angeätzte Fasern geben

[1]) *du Bois-Reymond*, Monatsber. d. Berliner Acad. 1872. p. 791.

ferner zwar wegen der Demarcationsflächen zu localen Strömen Veranlassung; aber bei Anlegung leitender Bogen zwischen Längsschnitt und Ende kommen jene Strömchen kaum zur Wirkung, während die Demarcationsströme am Muskelende sehr günstig abgeleitet werden, und, wegen der gewöhnlichen Art des schrägen Ansatzes der Fasern an die sehnige Grenzhaut, sogar durch Neigungsströme ihre Kräfte summiren.

III. Der Electrotonus.

Bedenken gegen die moleculare Erklärung des Electrotonus.

Die oben S. 2 angedeutete Erklärung des electrotonischen Zustandes der Nerven hat mannigfache theoretische Bedenken, auf welche hier nicht eingegangen werden kann. Die Theorie schien jedoch einer experimentellen Prüfung zugänglich. Wenn nämlich die Molekeln der durchflossenen Strecke sich im Sinne des Stromes säulenartig ordnen, so muss der Strom einen sich selbst gleichsinnigen Zuwachs von sehr beträchtlicher, ja sogar ungeheurer electromotorischer Kraft empfangen, oder mit andern Worten, die Intensität eines Stromes muss ungeheuer viel grösser sein, wenn er durch ein lebendes Nervenstück geleitet wird, als wenn durch ein todtes von gleichen Dimensionen. Als ich aber diesen Versuch anstellte, fand ich von diesem Verhalten keine Spur [1]).

Electrotonische Erscheinungen an Leitern mit polarisirbaren Kernen.

Die erste Anregung zur Aufdeckung der wahren Ursache der electrotonischen Erscheinungen gab ein Versuch

[1]) Untersuchungen Heft III. p. 67. 1868; Arch. f. d. ges. Physiol. VI. p. 328. 1872.

von *Matteucci.*[1]) Derselbe fand, dass ein Metalldraht, welcher mit einer feuchten Hülle umgeben ist, Ströme von den Eigenschaften der electrotonischen Nervenströme zeigt, sobald ein galvanischer Strom, an irgend einer Strecke, der feuchten Umhüllung zugeleitet wird. *Matteucci* entdeckte ausserdem, dass jene Ströme ausbleiben, wenn der Draht aus amalgamirtem Zink und die Befeuchtung der Hülle aus gesättigter Zinksulphatlösung besteht. Hieraus ging hervor, dass die Erscheinung von der Polarisation zwischen Kern und Flüssigkeit abhängt.

Ich untersuchte die Erscheinung genauer[2]), indem ich die Metalldrähte durch ein Glasrohr zog, welches mit Flüssigkeit gefüllt werden konnte, und welches zur Zuleitung und Ableitung von Strömen seitliche Ansätze besass. Es bestätigte sich, dass die electrotonischen Ströme nur bei polarisirbaren Kernen auftreten. Ferner zeigte sich, dass sie sich nur soweit erstrecken, wie sowohl der Kern als die Hülle ununterbrochene Continuität besitzt, während continuirliche Berührung beider nicht erforderlich ist. Endlich stellte ich die Gesetze der zeitlichen Entwicklung dieser Ströme, ihres zeitlichen Verlaufs, ihres Abklingens nach der Oeffnung, ihrer Abhängigkeit von der Entfernung und von der Länge der durchflossenen Strecke, ihrer Combination und Superposition etc. fest. Alle diese Erscheinungen ordneten sich ohne Schwierigkeit unter eine leicht übersehbare Theorie. Indem der der Hülle zugeführte Strom a E k (Fig. 4) den Kern K K zu

---

[1]) *Matteucci,* Comptes rendus LVI. p. 760. 1863; LXV. p. 151, 194, 884. 1867; LXVI. p. 580. 1868.

[2]) Arch. f. d. ges. Physiol. V. p. 264. 1871; VI. p. 312. 1872; VII. p. 302. 1873.

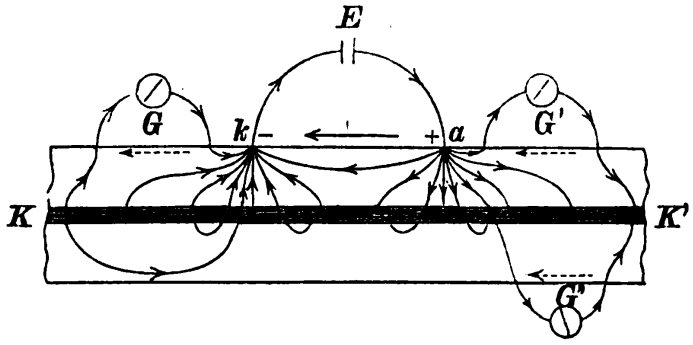


Fig. 4.

gewinnen sucht, vertheilt er sich, wenn keine Polarisation vorhanden ist, so, dass nur die kürzesten Stromfäden, in unmittelbarer Nähe der Electroden, merkliche Stromzweige erhalten. Findet aber an der Oberfläche des Kernes Polarisation statt, so bedingt dieselbe einen beträchtlichen Uebergangswiderstand; da gegenüber diesem grossen und an allen Stellen des Kernes gleichen Widerstandsantheil der von der Länge der Stromfäden abhängige Antheil klein ist, so verbreitet sich unter dem Einflusse der Polarisation der Strom ungemein viel weiter längs des Leiters als ohne Polarisation. Legt man einen Galvanometerbogen (G, G', G'') an, so erhält derselbe einen solchen Stromzweig, als ob in der abgeleiteten Strecke eine dem zugeleiteten Strom gleichgerichtete Kraft ihren Sitz hätte. Die polarisatorische Ausbreitung kann sich aber nur so weit erstrecken, als sowohl Kern als Hülle continuirlich reichen.

Die abgeleiteten Ströme sind zugleich, wie die mathematische Theorie ergibt, ein Maass der Polarisationsdifferenz der abgeleiteten Punkte, also ein Mittel, die Ausbreitung der Polarisation längs des Kernes festzustellen. Die Curve der Polarisationsbeträge (im Allgemeinen eine Exponentialcurve) hat an der positiven Electrode ein posi-

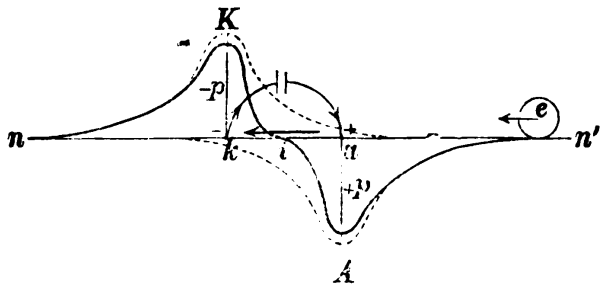


Fig. 5.

tives Maximum, an der negativen ein negatives. In der durchflossenen Strecke schneidet sie die Abscisse (Indifferenzpkt. i). In den extrapolaren Strecken schliesst sie sich asymptotisch derselben an. Die Curve ist in Fig. 5 dargestellt, aus gewissen Gründen (s. unten) sind die positiven Polarisationen nach unten, die negativen nach oben genommen.

Innere Quer-Polarisirbarkeit der Muskeln und Nerven.

Im Jahre 1871 fand ich[1]), dass der Widerstand der Muskeln und Nerven in der Richtung quer zur Faserung 5—9 mal grösser ist als in der Längsrichtung. Diese Differenz fällt beim Muskel mit dem Erstarren fast ganz fort, während sie in todten Nerven noch zur Hälfte fortbesteht. Weitere Verfolgung dieser Thatsachen zeigte, dass der Unterschied auf einer specifischen inneren Querpolarisirbarkeit beruht, welche beim Muskel ganz, beim Nerven grossentheils an den Lebenszustand gebunden ist. Diese an die Querrichtung gebundene innere Polarisation kann nur daher rühren, dass in der Querrichtung eine Schichtung heterogener Leiter vorhanden ist, die in der Längsrichtung fehlt. Da ferner diese Schichtung Muskeln und Nerven gemeinsam ist, so kann sie nur darin bestehen, dass die indifferenten Röhren dieser Organe eine differente Substanz, die Kernsubstanz, einschliessen, und dass die Polarisation an der Grenze zwischen Kern- und Hüllensubstanz stattfindet.

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. V. p. 223. 1871.

Erklärung des Electrotonus der Nerven.

Da hiernach die wesentlichen Bedingungen der electrotonischen Stromausbreitung in Leitern mit polarisirbarem Kern auch beim Nerven gegeben sind, war die Erklärung des Electrotonus geliefert.[1]) Freilich haben die Nervenkerne wahrscheinlich kein besseres Leitungsvermögen als die Hülle, während in den künstlichen Leitersystemen der Kern metallisch war. Allein die Theorie lehrt, dass die electrotonische Ausbreitung auch dann eintritt, wenn der Kern nicht besser leitet als die Hülle, wenn nur an der Grenze beider Polarisation stattfindet. Die Theorie steht nun, wie ich ausführlich nachgewiesen habe, mit allen electrotonischen Erscheinungen im vollkommensten Einklange. Insbesondere erklärt sie, warum der Electrotonus zu seiner Etablirung keine messbare Zeit braucht,[2]) und warum er Unterbindungsstellen nicht überschreitet; jede Quetschung nämlich unterbricht die Continuität der Kernsubstanz, indem sie dieselbe tödtet und in indifferentes Gewebe umwandelt.

Da auch die Muskeln polarisirbare Faserkerne besitzen, müssen auch sie mit electrotonischen Eigenschaften begabt sein; trotzdem gelang es früher weder *du Bois-Reymond* noch mir, dieselben mit Sicherheit galvanometrisch nachzuweisen; freilich konnte ebensowenig ihr Mangel bestimmt behauptet werden. Die Theorie ergab jedoch die Gründe, weshalb der Muskel für den Electrotonus ungünstigere Bedingungen darbietet als der Kern.[3]) Neuerdings ist es

---

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. VI. p. 328. 1872.

[2]) *Helmholtz*, Monatsber. d. Berliner Acad. 1854. p. 328. *L. Hermann*, Arch. f. d. ges. Physiol. VIII. p. 272. 1874.

[3]) Arch. f. d. ges. Physiol. VI. p. 350. 1872.

mir übrigens, durch ein verbessertes Zu- und Ableitungsverfahren, gelungen, auch den Electrotonus des Muskels mit Sicherheit galvanometrisch darzustellen.

Ein wesentlicher Zusatz zur Lehre vom Electrotonus der Nerven wird weiter unten zur Sprache kommen.

IV. Die Ströme bei der Thätigkeit.

A. In den Muskeln.

Die Negativität der Erregungswelle.

Nachdem *Helmholtz* für die Nerven, *Aeby* für die Muskeln nachgewiesen hatte, dass die Erregung wellenförmig mit messbarer Geschwindigkeit durch die Fasern geleitet wird, unternahm es zuerst *J. Bernstein* die galvanischen Vorgänge bei dieser Leitung zu untersuchen,[1]) indem er mittels eines von ihm erfundenen Apparates den galvanischen Zustand in beliebigen Zeitabständen nach der Reizung feststellte. Er fand, dass im Muskel bei directer Reizung einer Faserstelle ein negativer Abschnitt entsteht, der mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Contractionswelle über die Faser abläuft. Diese Erscheinung war aus der *du Bois*'schen Theorie erklärbar, nach welcher die Molekeln der erregten Muskelsubstanz weniger wirksam sind, so dass eine erregte Stelle gegen den ruhenden Rest negativ sein muss. Man nannte deshalb den Vorgang »wellenförmiges Fortschreiten der negativen Schwankung«. — Aus unsrer Annahme (S. 6), dass die erregte Substanz sich wie die absterbende negativ gegen die unveränderte verhält, ist die Erscheinung unmittelbar erklärbar, und ich

[1]) *J. Bernstein*, Monatsber. d. Berliner Acad. 1867. p. 72; Arch. f. d. ges. Physiol. I. p. 173. 1868; Untersuchungen über den Erregungsvorgang etc. Heidelberg 1871.

nenne jeden durch die Wirkung absterbender Substanz gegen ruhende entstehenden Strom einen »Actionsstrom«.[1])

Der phasische und der tetanische Actionsstrom.

Wenn eine einzelne Erregungswelle über eine Muskelfaser abläuft, welche an zwei Punkten mit einem Galvanometer verbunden ist, so ist derjenige Punkt gegen den andern negativ, unter welchem die Welle grade hindurchgeht, resp. stärkere Phase hat; es entsteht also ein »phasischer Actionsstrom«, der zuerst von der Reizstelle weg, dann zur Reizstelle hin gerichtet ist. Beide Phasen haben gleiche Stärke, wenn die Erregungswelle in ihrem Ablauf unverändert bleibt.

Wird eine Muskelfaser tetanisirt, so müssen sich, mag die Erregung wellenförmig ablaufen oder die ganze Faser auf einmal ergreifen, die Ableitungsstellen um so stärker negativ verhalten, je grösser ihre auf die ganze Dauer des Tetanus gleichmässig vertheilt gedachte Erregungsgrösse.

Tetanische Actionsströme verletzter und unversehrter Muskeln.

Die ersten Beobachtungen *du Bois-Reymond*'s betrafen den tetanischen Actionsstrom von Muskeln mit künstlichem Querschnitt; derselbe ist dem Demarcationsstrom entgegengesetzt gerichtet, oder eine »negative Schwankung« des letzteren. Da er nach meiner Theorie darauf beruht, dass der lebende Muskelantheil in derselben Richtung sich verändert, in welcher der absterbende schon verändert ist, so nenne ich diesen Actionsstrom einen »ausgleichenden«.

Später fand *du Bois-Reymond*, dass auch unversehrte

[1]) Untersuchungen Heft III. p. 61. 1868; Arch. f. d. ges. Physiol. XVI. p. 193. 1877.

Muskeln einen nach dem Ende hin gerichteten tetanischen Actionsstrom haben. Um ihn mit der Theorie zu vereinigen, musste angenommen werden, dass die parelectronomische Schicht des Faserendes an der Erregung gar nicht, oder in vermindertem Maasse theilnimmt. Letztere Annahme war die spätere und richtigere, weil sich zeigte, dass der Actionsstrom des unversehrten Muskels weniger kräftig ist, als der des angeschnittenen.[1]) Mit einem Wort: um den Actionsstrom des unversehrten Muskels zu erklären, muss angenommen werden, dass das Faserende an der Erregung in geringerem Grade Theil nimmt als die Mitte der Faser.

Während nun *du Bois-Reymond* diese verminderte Theilnahme hypothetisch auf das Faserende selbst beschränkte, d. h. den Sitz der electromotorischen Kraft des Actionsstroms an das Faserende verlegte, vermuthete ich, dass die über die Faser ablaufende Erregungswelle während des ganzen Ablaufs an Intensität abnimmt,[2]) woraus nach der Erörterung des letzten Paragraphen folgen würde, dass im Tetanus jeder der Reizstelle nähere Ableitungspunkt sich negativ verhält gegen den entfernteren. Die Richtung des so sich ergebenden Stromes wäre dieselbe, wie sie die Wirklichkeit und auch die *du Bois*'sche Theorie ergiebt, nur wäre die Kraft unsres »decrementiellen« Actionsstroms gleichmässig auf den ganzen Weg der Erregungswelle vertheilt.

Das Decrement der Erregungswelle im ausgeschnittenen Muskel.

Kurz nachdem ich die Vermuthung ausgesprochen hatte, dass die Erregungswelle beim Ablauf im Muskel

[1]) *du Bois-Reymond*, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1873. p. 548.

[2]) Untersuchungen Heft III. p. 60. 1868.

abnimmt, wurde dasselbe von *Bernstein* durch directe Versuche gefunden.[1]) *du Bois-Reymond* vermuthete jedoch, dass dies Resultat nur durch abnorme Eigenschaften, durch Absterbezustand des ausgeschnittenen Muskels bedingt sei, und fand wirklich zuweilen am ganz frischen Muskel bei directer Reizung keinen decrementiellen Actionsstrom zwischen zwei Punkten in der Continuität des Muskels.[2]) Er beharrte also dabei, den Sitz des Actionsstroms an die parelectronomische Schicht zu verlegen. Ausserdem bezweifelte er, ob bei Reizung vom Nerven aus die Erregung überhaupt wellenförmig im Muskel ablaufe.

Ich selber fand indess stets im ausgeschnittenen Muskel ein Decrement der Erregungswelle, welches freilich durch Ermüdung sich vergrösserte.[3]) Ferner fand ich folgende Beweise, dass die Kraft des Actionsstroms auf die ganze Länge der Faser gleichmässig vertheilt ist: ändert man, während man die Faser an einem Ende tetanisch reizt, die Lage der Ableitungsstellen, so erhält man stets Actionsströme, die von der Reizstelle weg gerichtet sind; die Kraft derselben hängt allein von dem gegenseitigen Abstand der Ableitungspunkte ab und ist unabhängig davon, ob die eine Ableitung am Faserende oder an einem anderen Muskelpunkte liegt.[4]) Dieselbe Erscheinung zeigt sich, wenn der Nerv des Muskels tetanisirt wird;[5]) zwischen zwei Ableitungsstellen tritt dann stets ein Actionsstrom auf, dessen Kraft ausschliesslich abhängt von der Differenz ihrer Abstände vom »nervösen

---

[1]) *Bernstein*, Untersuchungen etc. p. 64. 1871.

[2]) *du Bois-Reymond*, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1876. p. 369.

[3]) Arch. f. d. ges. Physiol. XVI. p. 194. 1877.

[4]) Ebendaselbst p. 217.

[5]) Ebendaselbst p. 229.

Aequator«[1]) des Muskels, gleichgültig ob eine Ableitungsstelle am Faserende liegt oder nicht. Diese Versuche beweisen, dass die Erregung auch bei indirecter Reizung wellenförmig abläuft, dass sie im ausgeschnittenen Muskel stets ein Decrement hat, dass der tetanische Actionsstrom decrementieller Natur ist und seine Kraft nicht am Faserende sich befindet, sondern auf den ganzen Lauf der Erregungswelle vertheilt ist. Für einen Theil dieser Sätze folgen noch directere Beweise.

Die phasischen Actionsströme bei Reizung vom Nerven aus.

Die erste Untersuchung über den phasischen Actionsstrom bei indirecter Reizung wurde von *S. Mayer* unter *Bernstein*'s Leitung angestellt,[2]) und zwar am Wadenmuskel des Frosches. Er fand, dass zuerst ein absteigender, dann ein aufsteigender Actionsstrom auftrat; war der Muskel unten verletzt, so schien die letztere Phase schwächer ausgeprägt. Dies Resultat wurde von *du Bois-Reymond*[3]) und, mit einem besonderen, nicht repetirenden Apparate, auch für Einzelreizung von mir bestätigt.[4])

du Bois-Reymond erklärte das Resultat aus dem verschiedenen zeitlichen Verlauf der Actionsstromkräfte, die er an beiden Enden des Muskels annahm, und welche, jede nach ihrem Ende hin gerichtet, sich superponiren. Der absteigende Actionsstrom des unteren Endes entstehe rascher und schwinde früher als der aufsteigende des

---

[1]) „Nervösen Aequator" nenne ich denjenigen Querschnitt eines Muskels, auf welchen bezogen die algebraische Summe der Abstände aller Nerveneintrittsstellen Null ist; vgl. Arch. f. d. ges. Physiol. XVI. p. 234, 414. 1878.

[2]) *S. Mayer*, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1868. p. 655.

[3]) *du Bois-Reymond*, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1873. p. 584.

[4]) Arch. f. d. ges. Physiol. XV. p. 235. 1877.

oberen. Da Verletzung eines Endes (Wegschaffung der parelectronomischen Schicht) dessen Actionsstrom verstärke (vgl. S. 24), so werde jetzt der obere Actionsstrom ganz vom unteren verdeckt.[1])

Fundamental verschieden ist die von mir gegebene Erklärung dieser Erscheinung.[2]) Nach meiner Theorie muss der Muskel absteigend wirken, wenn die Erregungswelle am oberen Ende sich befindet, aufsteigend, wenn am unteren. Also nicht die erste, sondern die zweite Phase ist dem unteren Muskelende zuzuschreiben. Die erste gehört, wie ich zeigte, dem Moment an, wo die Erregungswelle sich im Bereich der oberen Ableitung befindet; diese aber betrifft am Wadenmuskel, wegen dessen eigenthümlichen Baues, mehr die Mitte der Fasern als ihr oberes Ende. Nach dieser Theorie ist es sofort klar, dass die absteigende Phase der aufsteigenden vorangehen muss, denn jede Erregungswelle erscheint zuerst in der Mitte der Faser, wo die Nervenfaser eintritt, und erreicht erst später das Ende. Ist das untere Faserende verletzt, so hat die an ihm anlangende Erregungswelle, wegen der ohnehin hier bestehenden Negativität, keine Wirkung; die zweite, aufsteigende Phase fällt also weg.

Die Richtigkeit dieser Erklärung wurde zweifellos festgestellt durch Versuche über den phasischen Actionsstrom regelmässiger gebauter Muskeln.[3]) An diesen zeigte sich mit absoluter Regelmässigkeit in jeder Hälfte zuerst eine atterminale, dann eine abterminale Phase (vgl. Fig. 6). Die atterminalen Phasen beider Hälften (1 in Fig. 6) fallen zeitlich zusammen, sie rühren her von dem Beginn der

[1]) *du Bois-Reymond*, a. a. O. 1873—1876.

[2]) Arch. f. d. ges. Physiol. XVI. p. 236.

[3]) Ebendaselbst p. 239.

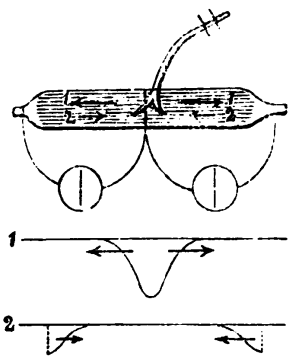


Fig. 6.

Erregungswelle, in der Mitte der Faser; die Fasermitte verhält sich negativ gegen beide Enden. Ebenso fallen die abterminalen Fasern beider Hälften (2 in Fig. 6) zeitlich zusammen; sie rühren her von der Ankunft der Erregungswelle an beiden Faserenden; jetzt verhalten sich die Faserenden negativ gegen die Mitte.

Der wellenförmige Ablauf der Erregung im Muskel war so auch für den Fall der Reizung vom Nerven aus direct bewiesen; ebenso ward von neuem klar, dass die Kraft des Actionsstroms nicht an den Faserenden sitzt. Aber es zeigte sich in diesen Versuchen auch direct, dass die Erregungswelle im ausgeschnittenen Muskel mit Decrement verläuft. Die zweite, abterminale Phase ist nämlich regelmässig viel schwächer als die atterminale (in Fig. 6 durch die Länge der Pfeile und die Höhe der Actionswellen dargestellt), und nimmt im Laufe des Versuchs noch weiter ab.

Der Actionsstrom im ganz unversehrten Muskel, beim lebenden Menschen.

Am lebenden Menschen konnte die Frage des ruhenden Muskelstroms, wegen zahlreicher Hindernisse durch die Haut, nie entschieden werden. Dagegen fand *du Bois* bei angestrengter willkürlicher Contraction der Muskeln eines Armes oder eines Beins im betr. Glied einen aufsteigenden Strom, welchen er für die algebraische Summe der tetanischen Actionsströme der angestrengten Muskeln hielt, obwohl sich diese Deutung nur durch Exclusion anderer Erklärungsversuche sehr wahrscheinlich machen liess.[1])

[1]) *du Bois-Reymond*, Untersuchungen II. Abth. 2. p. 267.

Gleichwohl gelang es nicht, diesen Strom bei der denkbar günstigsten Ableitung von einer einzelnen Muskelgruppe nachzuweisen.[1])

Die Frage, ob das Decrement der Erregungswelle nur am ausgeschnittenen Muskel, wegen des Absterbens, stattfinde, konnte nur durch Versuche am lebenden Menschen entschieden werden. Da aber der tetanische Actionsstrom wegen mannigfacher Störungen der Untersuchung kaum zugänglich ist, so erforschte ich den phasischen Actionsstrom an den Muskeln des Vorderarms.[2]) Es zeigte sich das gleiche Verhalten, welches ich am Frosche gefunden hatte: die erste Phase ist ein atterminaler Strom, bei welchem sich die Gegend des nervösen Aequators (der etwa 10 cm. unter dem Ellbogen liegt) gegen beide Enden negativ verhält; die zweite Phase ist abterminal, d. h. beide Enden verhalten sich negativ gegen den Aequator (vgl. die Pfeile in Fig. 7). Hier aber erwies sich, abweichend vom ausgeschnittenen Froschmuskel, die zweite Phase nicht schwächer als die erste, die Erregungswelle nimmt also im ganz normalen Muskel nicht ab. Diese Versuche, welche die erste gesetzmässige Muskelwirkung des lebenden Menschen darstellten, lehrten zugleich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle im menschlichen Muskel annähernd kennen; dieselbe liegt zwischen 10 und 13 met. p. sec.

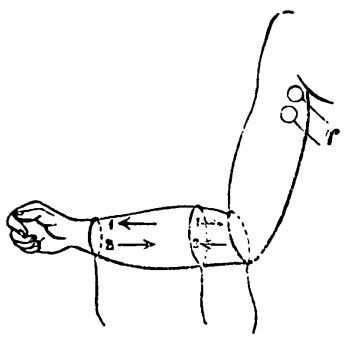


Fig. 7.

---

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. XVI. p. 257. 1877.

[2]) Ebendaselbst XVI. p. 410. 1878.

Abwesenheit der Actionsströme, wenn weder Ausgleichung, noch Phase, noch Decrement solche veranlassen.

Wenn man einen unversehrten, stromlosen Muskel direct in seiner Totalität reizt, so findet, wie ich sowohl für einzelne Zuckungen wie für Tetanus nachgewiesen habe, kein Actionsstrom statt.[1]) Der Grund liegt offenbar darin, dass die ganze Substanz gleichzeitig und in gleichem Grade in den Zustand der Erregung übergeht, also nirgends Gelegenheit zum Contact erregter und unerregter oder weniger erregter Substanz gegeben ist.

Hat dagegen ein Muskel künstlichen Querschnitt, also Demarcationsstrom, so tritt bei der Totalerregung ein ausgleichender Actionsstrom auf, welcher den Ruhestrom vermindert.[2])

Wenn ein Muskel vom Nerven aus tetanirt wird, so können in ihm nur dann Actionsströme stattfinden, wenn die Erregungswelle nicht überall gleiche Intensität hat. In der That ist es beim Menschen, in dessen Muskeln bei ganz normalen Zuständen kein Decrement der Welle stattfindet, nicht möglich, einen tetanischen Actionsstrom nachzuweisen. Bei sehr heftiger ermüdender Reizung ist es mir zuweilen gelungen, auch beim Menschen decrementiellen Actionsstrom darzustellen, jedoch gelingt der Versuch nicht sicher, sei es, dass der menschliche Muskel gegen den leitungsschädigenden Einfluss der Ermüdung sehr resistent ist, sei es, dass Nebenwirkungen der Reizung den Versuch stören.[3]) [Durch neue, in Publication begriffene, Untersuchungen ist festgestellt, dass

---

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. XVI. p. 203. 1877.

[2]) Ebendaselbst XV. p. 238; XVI. p. 203 ff. 1877.

[3]) Ebendaselbst XVI. p. 416. 1878.

die Reizung einen secretorischen, von aussen nach innen gerichteten Hautstrom bewirkt. Dieser Strom ist die wahre Ursache der Negativität der angestrengten Seite gegen die ruhende bei willkürlicher Anstrengung eines Gliedes und symmetrischer Ableitung, also desjenigen Stromes, welchen *du Bois-Reymond* (s. oben S. 29) für den musculären Actionsstrom des Menschen gehalten hatte. Nachtr. Zusatz.]

B. In den Nerven.

Die Actionsströme des unversehrten Nerven.

In der völlig unversehrten Nervenfaser laufen nach *Helmholtz* Erregungswellen mit einer Geschwindigkeit von 28 met. p. sec. (für den Frosch) ab. Ein leitender Bogen, welcher an zwei Punkte des Nerven angelegt wird, würde demnach, wenn die Erregung unter seinen Fusspunkten hindurchgeht, einen phasischen Actionsstrom zeigen, der im Nerven zuerst gleiche, dann entgegengesetzte Richtung wie der Weg der Welle hat. Jedoch ist es bisher nicht gelungen, diese äusserst flüchtigen Actionsströme nachzuweisen. Da die Erregungswelle im Nerven nicht abnimmt, so würden beide Phasen gleich sein, und im Tetanus, wo ihre algebraische Summe (welche gleich Null ist) zur Beobachtung kommt, tritt daher am unversehrten Nerven kein Actionsstrom auf.

Der Actionsstrom des durchschnittenen Nerven.

Der Actionsstrom des Nerven mit künstlichem Querschnitt ist von *du Bois-Reymond* entdeckt worden; er ist ausgleichender Natur, und besteht also in einer Abnahme des beständigen Demarcationstroms. *du Bois-Reymond* hat diesen Strom nur im Tetanus beobachtet. *Bernstein* aber

gelang es mit seinem Apparat (S. 22) ihn auch für einzelne Erregungswellen festzustellen.[1]) Ist der ableitende Bogen dem künstlichen Querschnitt und einem Längsschnittspunkt angelegt, so tritt die Abnahme des Ruhestroms in dem Augenblicke ein, wo die Erregung unter dem Längsschnittspunkt hindurchgeht. Durch Verlegung des Längsschnittspunktes konnte das Fortschreiten und der zeitliche Verlauf der Erregungswelle untersucht werden. Die Geschwindigkeit wurde ebenso gross gefunden, als sie sich ergab, wenn der Abstand der Reizstelle von einem festen Erfolgspunkt (Muskel oder Ableitung am künstlichen Querschnitt) variirt wurde. Hierdurch wurde festgestellt, dass der bei der Erregung ablaufende Vorgang mit der Negativitätswelle identisch ist.

Die Art, wie die Welle bei der Annäherung an den künstlichen Querschnitt sich verhält, wird unten erörtert werden.

Die Actionsströme des polarisirten Nerven; das polarisatorische Increment der Erregung.

Die electrotonischen Ströme (s. oben S. 17 ff.) erleiden, wie *Bernstein* 1866 fand,[2]) bei der Erregung des Nerven eine ähnliche Abnahme wie der Strom eines künstlichen Querschnitts. Als Anhänger der Moleculartheorie erklärte er diese Erscheinung folgendermassen: da die electrotonischen Ströme auf einer veränderten Anordnung der Molekeln beruhen, die Kraft jeder Molekel aber durch die Erregung abnimmt, so muss auch der electrotonische Strom bei der Erregung abnehmen. Hiernach schien die Erscheinung lediglich Erwartetes zu bestätigen.

---

[1]) Die Stellen sind oben S. 22 citirt.

[2]) *Bernstein*, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1866. p. 596.

Nach meiner Theorie aber (s. oben S. 21) sind die electrotonischen Ströme nur Zweige des polarisirenden Stromes, bedingt durch die innere Polarisation des Nerven. Da diese Zweige sich durch die Erregung nicht ändern können, schloss ich, dass jene scheinbare Abnahme auf dem Auftreten eines durch die Polarisation bedingten Actionsstroms beruhe, welcher dem polarisirenden Strome entgegengesetzt gerichtet ist. Als Ursache dieses Actionsstroms nahm ich an, dass die Erregungswelle beim Ablauf durch den polarisirten Nerven nicht ihre Grösse behält, sondern zunimmt wenn sie zu stärker positiv oder schwächer negativ polarisirten Nervenstellen fortschreitet, abnimmt in den entgegengesetzten Fällen (Satz vom »polarisatorischen Increment der Erregung«).[1]) Man sieht leicht, dass diese Annahme die *Bernstein*'sche Beobachtung erklärt.

Wenn diese Annahme richtig ist, so muss die Erregung an der Anode des polarisirenden Stromes ein Maximum, an der Cathode ein Minimum erreichen; demnach müsste in der intrapolaren Strecke ein kräftiger Actionsstrom auftreten, der dem polarisirenden Strome gleich gerichtet ist, letzteren also verstärkt.

Ich fand in der That sofort, dass dieser Actionsstrom stets vorhanden ist,[2]) und später zeigte sich, dass die gleiche Beobachtung schon vorher von *Grünhagen* gemacht war, welcher sie aber ganz anders aufgefasst hatte, nämlich als Wirkung einer Widerstandsabnahme im Nerven durch die Erregung, durch welche ebenfalls der durchgeleitete Strom verstärkt werden würde.[3]) Schon ehe ich

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. VI. p. 359. 1872; VII. p. 323. 1873.

[2]) Ebendaselbst VI. p. 560. 1872; VII. p. 355. 1873; X. p. 215. 1875.

[3]) *Grünhagen*, Ztschr. f. rationelle Med. (3) XXXVI. p. 132. 1869.

von dieser früheren Beobachtung Kenntniss hatte, hatte ich diese Möglichkeit der Deutung geprüft und zahlreiche Beweise gefunden, dass wirklich eine neue electromotorische Kraft und nicht eine Widerstandsabnahme vorliege.[1]) Später fand ich noch einen directeren Beweis: der Querwiderstand der Nerven wird nämlich durch die Erregung durchaus nicht vermindert; die Erregung hat auf den Nervenwiderstand überhaupt keinerlei Einfluss.[2])

Weitere physiologische Bestätigungen des Satzes vom polarisatorischen Increment.

Zur Veranschaulichung des Satzes vom polarisatorischen Increment denke man sich längs des horizontalen Nerven eine Abscissenaxe, n n' in Fig. 5 (S. 20), und die Polarisationsbeträge in verticaler Richtung als Ordinaten aufgetragen, ausnahmsweise aber die positiven Polarisationen nach unten, die negativen nach oben. Man erhält dann die oben (S. 19) erwähnte Polarisationscurve n K i A n', deren tiefster Punkt der Anode, deren höchster der Cathode entspricht. Längs dieser Curve rolle nun eine reibungslose Kugel e, die aus unendlicher Ferne mit einer gewissen horizontalen Anfangsgeschwindigkeit kommt. Die lebendige Kraft dieser Kugel kann dann die Grösse der Erregung darstellen. Man findet sofort, dass die anfängliche Kraft in den unter der Abscisse liegenden Niveau's, d. h. im Gebiet des Anelectrotonus, vergrössert, in den höheren Niveau's, im Catelectrotonus, vermindert ist. Ist die anfängliche Kraft zu gering, so wird die Kugel den Gipfel des catelectrotonischen Berges nicht erreichen können, die Erregung also die Cathode nicht überschreiten

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. X. 215. 1875.

[2]) Ebendaselbst XII. p. 151. 1875.

können. Wird ferner die Kugel mit einer gewissen Anfangskraft auf ein tiefes (anelectrotonisches) Curvenstück aufgesetzt, so wird sie ausserhalb des Polarisationsbereiches mit verminderter Kraft anlangen. Geht sie dagegen mit gegebener Anfangskraft von einem hohen (catelectrotonischen) Niveau aus, so langt sie aussen mit erhöhter Kraft an.

Alle diese Folgerungen bestätigen sich theils durch längst bekannte, theils durch neue Erfahrungen. Durch die Untersuchungen von *Eckhard* und *Pflüger* ist bekannt, dass ein gegebener Reiz im entfernten Muskel eine vergrösserte Wirkung hat, wenn er eine catelectrotonische Nervenstelle trifft, eine verminderte dagegen, wenn die Reizstelle im Anelectrotonus liegt. Man sieht, dass diese Thatsachen aus dem genannten Gesetze sich ebenso vollkommen erklären lassen, wie aus der gewöhnlichen Annahme, dass die Erregbarkeit des Nerven selbst durch den Anelectrotonus vermindert, durch den Catelectrotonus erhöht wird.[1]) Ferner sind eine Reihe von Thatsachen bekannt, welche zeigen, dass bei hinreichend starker Polarisation oder hinreichend schwachem Reize die Erregung die Cathode nicht zu überschreiten vermag.[2]) Nimmt man noch die Thatsache hinzu, dass die Erregung ein unüberschreitbares Maximum hat, so lässt sich ferner folgern, dass auch beim Durchgang durch die Anode unter gewissen Umständen eine definitive Verminderung der Erregungsgrösse stattfinden muss.[3])

Endlich hat ein künstlicher Querschnitt durch die Ausbreitung des Demarcationsstromes längs des Nerven

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. VII. p. 325, 497. 1873.

[2]) Ebendaselbst VII. p. 354. 1873; X. p. 226. 1875.

[3]) Ebendaselbst VII. p. 361. 1873.

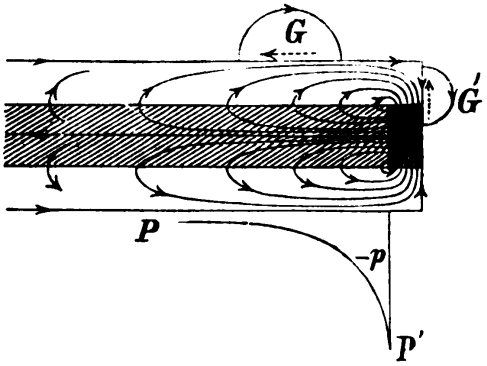


Fig. 8.

eine negative Polarisation (Catelectrotonus) der Fasern in der Nähe des Querschnitts zur Folge.[1]) Durch diesen Umstand erklären sich die sogenannten »schwachen Längsschnittsströme« des Nerven mindestens zum grossen Theil.[2]) Ein Reiz, welcher in der Nähe des Querschnitts den Nerven trifft, muss ferner nach dem Gesetze des Increments eine verstärkte Wirkung haben, welche in der That festgestellt ist. Endlich muss eine längs des Nerven gegen den Querschnitt hin ablaufende Erregungswelle nach dem gleichen Satze beständig abnehmen, ehe sie am Querschnitt selber erlischt.

---

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. VII. p. 363. 1873. — Diese Polarisation ist natürlich auch dann vorhanden, wenn der Demarcationsstrom nicht abgeleitet oder sein nach aussen geleiteter Stromzweig durch einen Gegenstrom compensirt ist; im letzteren Fall verhält sich der Nerv nach dem *Bosscha*'schen Princip, als wenn ihm kein ableitender Bogen angelegt wäre; vgl. oben S. 15, ferner Arch. f. d. ges. Physiol IX. p. 29. 1874; X. p. 237. 1875.

[2]) In Fig. 8 ist der Kern der Nervenfaser schräg schraffirt. Schon ohne Kernpolarisation würde der Demarcationsstrom sich in ähnlicher Weise ausbreiten, wie es die Figur veranschaulicht, so dass die angelegten Galvanometerbögen G und G' die sog. schwachen Längs- und Querschnittsströme *du Bois-Reymond*'s empfangen. Durch die Polarisation geschieht aber die Ausbreitung längs des Kernes sehr viel weiter und es entsteht zugleich die Polarisationscurve PP'.

V. Schlussbemerkungen.

Sämmtliche electrischen Erscheinungen der Muskeln und Nerven sind also aus einigen wenigen, höchst einfachen Sätzen abzuleiten. Das erregbare Protoplasma beantwortet sowohl die tödtlichen als die erregenden Einflüsse mit einer electromotorischen Reaction; die veränderte Substanz verhält sich negativ electrisch gegen die unveränderte. Die innere Querpolarisirbarkeit und das polarisatorische Increment der Erregung müssen zur vollständigen Erklärung aller Thatsachen noch hinzugenommen werden.

Dass die gewonnenen Fundamentalsätze mit dem ganzen Leben der irritablen Gebilde in innigstem Zusammenhang stehen, wird Niemand zweifelhaft sein. Dennoch wird es noch zahlreicher Untersuchungen bedürfen, ehe jener Zusammenhang vollkommen zu übersehen ist.

Obwohl die Anschauungen, welche, vor mehr als dreissig Jahren auf Grund der damals bekannten Thatsachen herangebildet, unsern erweiterten Kenntnissen gegenüber vollständig haben weichen müssen, hat das Gebiet der thierischen Electricität an physiologischem Interesse nur gewonnen; und die Verdienste des Mannes, welcher dieses Gebiet gleichsam entdeckt, seine Methodik geschaffen, seine Grundthatsachen gefunden hat, werden durch veränderte Deutung nicht im mindesten erschüttert.

Astronomische Mittheilungen

von

Dr. Rudolf Wolf.

XLVI. Beobachtungen der Sonnenflecken im Jahre 1877, sowie Berechnung der Relativzahlen und Variationen dieses Jahres; neue Ableitung der mittlern Länge der Variationsperiode zur Widerlegung der von den Herren Broun und Faye publicirten Bestimmungen und Schlüsse; Fortsetzung der Sonnenfleckenliteratur.

Die Häufigkeit der Sonnenflecken konnte von mir 1877 an 259 Tagen vollständig und mit dem seit Jahren dafür gebrauchten $2\,1/2$ füssigen Pariser-Fernrohr oder auf Excursionen mit einem annähernd äquivalenten Münchner-Fernrohr, — und noch an 26 Tagen bei bewölktem Himmel wenigstens theilweise beobachtet werden; diese sämmtlichen Beobachtungen finden sich unter Nr. 365 der Literatur eingetragen, und die 259 vollständigen derselben wurden unter Anwendung des frühern Factors 1,50 zur Bildung einer ersten Reihe von Relativzahlen verwendet. Ausser denselben lagen noch die unter Nr. 366 gegebenen 374 Beobachtungen vor, welche meine beiden Assistenten Robert Billwiller und Alfred Wolfer direct bei Vergrösserung 64 an dem Frauenhofer'schen Vierfüsser, auf welchen ich meine Beobachtungen reducire, erhalten hatten; ihre Vergleichung mit der Reihe meiner Relativzahlen ergab im

ersten	Semester	aus	133	Vergl.	für	Hrn.	Wolfer	den	Factor 0,86
„	„	„	32	„	„	„	Billwiller	„	„ 1,01
zweiten	„	„	110	„	„	„	Wolfer	„	„ 0,82
„	„	„	41	„	„	„	Billwiller	„	„ 0,84

Sonnenflecken-Relativzahlen im Jahre 1877.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII	IX.	X.	XI.	XII.
1	0	10	30	0	29	0	21	16	5	5	44	15
2	0	11*	29	0	17	0	14	16	0*	0	47	14
3	0	11	36*	0	15	18	23*	10	0	0	34	13*
4	10	0	31*	0	32	22	20	0	14	0	38	11*
5	19	0	18	0	15	23	18	0	22	0	20	0*
6	19	10*	30	0	25*	26*	6	0	21	0	15	0*
7	29	13	34	9	27	19	6	0	24	0	13	0*
8	35	11*	19	14	18	22	5	0	23	0	0	0
9	29	10	8	12	28	22	3	0	20	0	0	0*
10	49	14	14	0	34	23	0	0	24	0	0*	0*
11	44	16	8	0	32*	20	3	0	31	0	0	0
12	32	13	0	0	31	18	10	0	30	0	0	0*
13	42	13*	0	0	36	14	0	3	29	0	7*	0
14	42	13	0*	0	28	9	0	0	30	0	0	0
15	47*	14	0	27	18*	5	0	0	24	0	17*	0
16	38	13	0	24	20	5	0	0	22	0	17*	0
17	51	13	0	26*	29	5	18	0	21	0	11*	0*
18	56	2*	26*	28*	19	5	15	0	25	0	6*	0*
19	53	0	28	18*	18	11	6*	0	28	0	0*	0
20	42	0	18*	34	15	11	0	0	18	0	0*	0
21	39*	2*	20	23	15	0	0	0	10	5	0	5*
22	18	0	14	31*	28	0	0	10	0*	0	0	5*
23	15	0	0	14	31	0	0	11	0	0	15	0
24	12	0	0	38	23	20	0	18	0	0	29*	0*
25	0*	0	0	41	20	22	0*	17	9	0	20	0*
26	11	14	0	35	16	13	0	18	23	14	23	2*
27	10	22	0	33	18	19	0	18	14	22	20*	0*
28	15	18	0	23*	14	16	0	17	12	36	20	0
29	0		0	30	5	17	0	17	9	43	25	0*
30	0		0	14	0	18	0	14	5	45*	15	0
31	0		0		0		13	11		38		5*
Mittel	24,4	8,7	11,7	15,8	21,2	13,4	5,9	6,3	16,4	6,7	14,5	2,3

und mit diesen Factoren wurde aus denselben für jeden Beobachter ebenfalls eine Reihe von Relativzahlen aufgestellt, — sodann aus diesen sämmtlichen drei Reihen eine Mittelreihe gebildet, und dieselbe ohne weitere Bezeichnung in die beigegebene Tafel der Relativzahlen eingetragen. Es blieben so im ersten Semester noch 24 und im zweiten Semester 34 Tage zum Ausfüllen, und hiefür wurden sodann in folgender Weise die Reihen verwendet, welche ich der gefälligen Mittheilung aus Peckeloh, Palermo, Moncalieri, Athen, Madrid und Rom verdanke und in Nr. 372, 373, 369, 368, 367 und 375 vollständig mitgetheilt habe. Aus den ersten 5 dieser Reihen wurden durch Vergleichung mit der Zürcher-Reihe für jedes Semester und jeden Beobachtungsort die Reductionsfactoren abgeleitet, und zwar ergab sich im

ersten	Semester	aus	139	Vergl.	für	Peckeloh	der	Factor	0,94
„	„	„	81	„	„	Palermo	„	„	0,81
„	„	„	97	„	„	Moncalieri	„	„	1,32
„	„	„	155	„	„	Athen	„	„	1,45
„	„	„	136	„	„	Madrid	„	„	0,90
zweiten	„	„	143	„	„	Peckeloh	„	„	0,86
„	„	„	81	„	„	Palermo	„	„	0,87
„	„	„	101	„	„	Moncalieri	„	„	1,31
„	„	„	147	„	„	Athen	„	„	1,35
„	„	„	127	„	„	Madrid	„	„	0,88

Für Rom, wo neben den Gruppenzahlen g keine Fleckenzählungen, dagegen Flächen f gegeben waren, setzte ich $r = k\,(\alpha.\ g + f)$, schrieb diese Gleichung für jede gemeinschaftliche Beobachtung, welche in den 6 ersten Monaten in Zürich und Rom erhalten worden war, auf, — addirte monatweise, — und bestimmte aus den 6 erhaltenen Summen-Gleichungen die sie ganz befriedigend darstellenden Werthe $k = 1{,}20$ und $\alpha = 6{,}40$, welche ich

sodann auch für das zweite Semester benutzte. Ich reducirte nunmehr mit diesen Factoren und Werthen die 44 Beobachtungen von Peckeloh, 18 B. von Palermo, 31 B. von Moncalieri, 54 B. von Athen, 45 B. von Madrid und 28 B. von Rom, welche auf die in Zürich fehlenden 58 Tage fielen, und sie sämmtlich, grossentheils mehrfach deckten, — und schrieb endlich in die beigegebene Tafel die aus ihnen folgenden Mittelwerthe unter Beisetzung eines * ein. — Die Tafel enthält ausserdem die Monatmittel, und im Mittel aus diesen ergibt sich als mittlere Relativzahl des Jahres 1877

$$r = 12{,}3$$

welche zwar in Zusammenstellung mit den Relativzahlen der Vorjahre

1868	1869	1870	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877
37,3	73,9	**139,1**	111,2	101,7	66,3	44,6	17,1	**11,3**	12,3

einen nunmehr eingetretenen schwachen Anfang des Wieder-Aufsteigens der Sonnenfleckencurve anzudeuten scheint, aber doch noch nicht mit einer hinlänglichen Bestimmtheit um auch nur dieses Factum selbst zu verbürgen, geschweige die Minimumsepoche festsetzen zu können. Dieselbe Unsicherheit zeigt sich sogar in den für Juli 1876 bis Juni 1877 durch Ausgleichung erhaltenen Zahlen

11,7	11,9	10,8	**10,6**	11,8	13,0	13,1	12,6	12,7	12,7	12,6	12,5

(welche ich zur Ergänzung der in Nr. XLII gegebenen Tab. I hier beifüge), da das Ende 1876 und Anfang 1877 begonnene Ansteigen sich im letzten Frühjahr und Vorsommer nicht in erwarteter Weise fortgesetzt hat, so dass immer noch ein Rückfall in Aussicht genommen und die abschlüssliche Bestimmung der Minimums-Epoche, die vorläufig auf 1878,0 gesetzt werden mag, noch verschoben

werden muss. — Der oben für 1877 erhaltenen mittlern Relativzahl

$r = 12{,}3$ entspricht $\Delta\ v = 0{,}045\ .\ r = 0',55$

und es muss somit, nach den in Nr. XXXV mitgetheilten Untersuchungen, im mittlern Europa die magnetische Declinationsvariation sich im Jahresmittel um 0',55 über ihren geringsten Werth, welchen ich theils daselbst, theils in Nr. XXXVIII z. B. für

	Prag	Christiania	München	Mailand
zu	5',89	4',62	6',56	5'05

bestimmte, erhoben, d. h. für diese Orte

6',44	5',17	7',11	5',65

betragen haben. Leider besitze ich bis jetzt zur Vergleichung einzig die in Prag und Christiania erhaltenen Werthe, welche nach Nr. 374 und 378: 5',95 und 5',20 betrugen, sodass diessmal Christiania besonders schön stimmt — und sodann (v. Nr. 370) allerdings noch den in Montsouris erhaltenen Werth von 7',38, welchem aber, da bis jetzt (v. Nr. 361) für diese Station erst eine ganz provisorische Formel aufgestellt werden konnte, durch Berechnung kein zuverlässiger Werth (die Formel würde 6',43 ergeben) gegenüber gestellt werden kann, während dagegen bemerkenswerth ist, dass die Pariser-Variation entsprechend der Relativzahl von 1876 auf 1877 einen kleinen Zuwachs erhielt, während die Variation in Prag und Christiania noch etwas zurückging.

In der sehr bemerkenswerthen, und im Folgenden noch wiederholt zu berührenden Abhandlung, welche John Allan Broun unter dem Titel »On the decennial Period in the Range and Disturbance of the diurnal Oscillations of the magnetic Needle and in the Sun-spot Area« im Jahre 1876 den Edinburgher Transactions einverleibte, be-

stimmte derselbe unter Anderm die Länge der Variationsperiode, indem er die aus den Beobachtungen von Trevandrum erhaltene Maximumsepoche 1870,85 mit der aus Cassini's Pariser-Beobachtungen gefolgerten Maximumsepoche 1787,25 verglich, und dabei annahm, dass diese beiden Epochen 8 Perioden umfassen, d. h. er setzte die mittlere Variationsperiode gleich

$$(1870{,}85 - 1787{,}25) : 8 = 10^{a}{,}45$$

eine Bestimmung, auf welche ich unten zurückkommen werde, hier vorläufig nur erwähnend, dass sie, ohne Schuld von Broun, Veranlassung zu einem Missverständnisse, und Herrn Faye einen scheinbaren Anhaltspunkt gab die aufgefundenen Beziehungen zwischen Sonne und Erde theils vor der Pariser-Academie, theils in seinem, dem Annuaire du bureau des longitudes pour 1878 beigegebenen Artikel »Sur la météorologie cosmique« vor dem grossen Publikum neuerdings in Frage zu stellen. Nachdem nämlich Herr Faye in dem eben erwähnten Artikel gesagt: »A l'époque où M. *Lamont* venait de découvrir que les variations annuelles de l'oscillation diurne de la boussole avaient une période de $10^1/_2$ ans, et où M. *Schwabe* assignait aussi à la fréquence des taches une période à peu près décennale, trois observateurs distingués, MM. *Sabine*, *Gautier* et *Wolf* signalèrent en même temps la ressemblance de ces périodes; ils en conclurent qu'il devait exister un lien entre les taches du soleil et le magnétisme terrestre«, — und dann noch in sehr verbindlicher Weise für mich beigefügt: »C'est à M. *Wolf*, surtout, que nous devons les travaux qui ont donné tant de poids à cette hypothèse, précisément parce qu'ils tendent à établir l'égalité complète des deux périodes. Ce savant distingué les porta, en effet, toutes deux à $11^{ans}{,}11$. Le tableau que nous avons publié d'après lui dans l'An-

nuaire de 1874 sur la concordance des maxima et des minima des deux phénomènes pendant près d'un siècle, produisit donc l'effet d'une véritable démonstration«, — erwähnt er die oben mitgetheilte Berechnung mit den Worten: »M. *Broun*, dont la compétence en fait de magnétisme terrestre est bien connue, vient de déterminer à nouveau la période des variations en comparant les mesures de *Cassini* (qui donnent 1787,25 pour la date du maximum observé alors à Paris) aux siennes (à Trévandrum, qui assignent 1870,85 pour l'époque du dernier maximum). L'intervalle est de $83^{ans},60$. En le divisant par le nombre 8 des périodes comptées dans cet intervalle, on trouve $10^{ans},45$ pour la durée de la période«, — und kommt dann zu dem Schlusse: „*La période des taches ($11^{ans},11$) n'étant pas égale à celle des variations magnétiques ($10^{ans},45$), ces deux phénomènes n'ont aucun rapport entre eux*“. Obschon nun Herr Faye noch den, etwas stark an Inanspruchnahme der Unfehlbarkeit erinnernden Satz: „*Cet arrêt est sans réplique*“ beifügt, hat sich dennoch bereits Herr Broun erlaubt (v. Nature 1878 I 31 und Les Mondes 1878 II 28) gegen denselben zu protestiren, und des Bestimmtesten zu erklären, dass er mit mir darin ganz einig gehe den Synchronismus der beiden Erscheinungen anzunehmen, und dass unsere einzige Differenz in der Bestimmung der mittlern Länge der **gemeinschaftlichen** Periode bestehe, welche **er** für **beide** Erscheinungen zu 10,45 Jahren annehme, während **ich** ebenfalls für **beide** an meinen 11,11 Jahren festhalte. Indem ich dieser Erklärung vollkommen beipflichte, und auch darin mit Herrn Broun übereinstimme, dass die unbestreitbare Thatsache der fortwährenden Coincidenz der Epochen beider Er-

scheinungen **wichtiger** sei, als die in Frage gestellte Dauer der **gemeinschaftlichen** mittlern Länge der Periode, erlaube ich mir meine Bestimmung der Letztern zu rechtfertigen, d. h. meine Gründe anzugeben, welche mich nöthigen die 11,11 Jahre beizubehalten und die 10,45 Jahre zu verwerfen. — Was die mittlere Dauer der Sonnenfleckenperiode anbelangt, so habe ich dieselbe erst vor einem Jahre in Nr. 42 dieser Mittheilungen und ganz entsprechend damit in dem von der Roy. Astronom. Society in den Band 43 ihrer Memoirs aufgenommenen »Mémoire sur la Période commune à la Fréquence des Taches solaires et à la Variation de la Déclinaison magnétique« neu ermittelt, und so lange nicht durch neu aufgefundene längere Beobachtungsreihen aus den letzten Decennien des vorigen und den ersten Decennien des gegenwärtigen Jahrhunderts die in den beiden Publicationen gegebenen, den Gang des Sonnenfleckenphänomens von 1749 bis 1876 nach dem Complex aller von mir gesammelten Beobachtungen vollständig darstellende Zahlenreihe wesentliche Modificationen erhält, wird an eine Verschiebung der von mir für Maximum und Minimum bestimmten Epochen, und damit an eine Veränderung der von mir auf

$$T = 11^{a},111 \pm 2,030 \text{ (als Schwankung)}$$
$$\pm 0,307 \text{ (als Unsicherheit)}$$

bestimmten mittlern Länge der Sonnenfleckenperiode gar nicht zu denken sein, — und Einwürfe, wie sie vor Kenntniss dieser Reihe erst durch Lamont, dann durch Loomis, und nun zuletzt noch durch Broun erhoben worden sind, sollten nach meiner Meinung durch dieselbe genügend widerlegt sein; so müsste man z. B. um meine Reihe so

weit abändern zu können, damit sie die von Broun verlangten Min. von 1795 und Max. von 1797 zeige, die ganze ausgedehnte Beobachtungsreihe des ebenso fleissigen als tüchtigen Astronomen Flaugergues als falsch zu erweisen haben, obschon sie mit allen bislang über die betreffende Zeit bekannt gewordenen anderwärtigen Angaben harmonirt, und überhaupt meines Wissens gar nichts gegen sie vorliegt, als dass sie eben jene gewünschten Epochen von 1795 und 1797 nicht zeigt, — so müssten, um meine Minimumsepoche von 1775,5 an eine Maximumsepoche in 1776,2 vertauschen zu können, die sich gegenseitig stützenden und ergänzenden Beobachtungsreihen von Staudacher, Horrebow, Mallet, etc. als falsch erwiesen werden, obschon gegen sie meines Wissens bislang gar nichts vorliegt, als dass sie eben jenes Minimum von 1775,5 sehr decidirt involviren, und erst 1778,4 ein Maximum folgen lassen, — etc. — Was dagegen die mittlere Dauer der Variationsperiode anbelangt, so will ich auf dieselbe hier näher eintreten, und vor Allem eine Bestimmung derselben besprechen, welche ich in der allerneuesten Zeit, ganz ohne Rücksicht auf die Sonnenflecken, aus den magnetischen Beobachtungen selbst erhalten habe. Ich mittelte dafür zunächst die in der beifolgenden Variations-Tafel enthaltenen 17 Epochen v für Minimum *(m)* und Maximum *(M)* in folgender Weise aus: Die älteste, mit hinlänglicher Sicherheit bestimmbare Epoche, die **Nr. 1** der Tafel, basirt auf den in Nr. 13 der Mittheilungen gegebenen Mannheimer-Beobachtungen, aus welchen ich durch die schon in Nr. 33 und seither wiederholt angewandte Ausgleichungsmethode, welcher die Mittel aus jeden zwölf aufeinander folgenden Zahlen zu Grunde liegen, die Variationsreihe

1783	VII	8,94	1784	I 7,20	1784 VII 7,02	1785	I 8,00
-	VIII	8,84	-	II 7,03	- VIII 7,09	-	II 8,24
-	IX	8,62	-	III 7,15	- IX 7,04	-	III 8,29
-	X	8,39	-	IV 7,15	- X 7,06	-	IV 8,36
-	XI	8,00	-	V 7,06	- XI 7,38	-	V 8,45
-	XII	7,58	-	VI 7,01	- XII 7,69	-	VI 8,54

erstellte, sodann die entsprechende Curve construirte, und aus dieser die Minimumsepoche 1784,5 mit ziemlicher Sicherheit erheben konnte, so dass ich dieser Bestimmung das Gewicht 1 beilegen durfte. Die **Nr. 2** der Tafel wurde in ganz ähnlicher Weise aus den in Nr. 4 enthaltenen Pariser-Beobachtungen abgeleitet, und der so erhaltenen Epoche 1787,2 ebenfalls das Gewicht 1 beigelegt. [1]) Um **Nr. 3, 4 und 5** bestmöglich bestimmen zu können, stellte ich die in Nr. 4, 13, 11 und 4 gegebenen Reihen von Cassini (1784—88), Hemmer (1789—92), Gilpin (1786 bis 1805) und Beaufoy (1813—20) auf demselben Blatte graphisch dar, und zog eine sie möglichst darstellende Curve, welche mir zwischen dem schon besprochenen Max. 1787,2 und dem sofort zu besprechenden Max. 1818,2, zwei, durch eine etwa in 1804,0 gipfelnde merkliche Erhebung getrennte, Einsenkungen zeigte, deren tiefste Stellen auf 1799,0 und 1811,0 fielen; ich setzte daher auf diese drei Zeiten 1799,0, 1804,0 und 1811,0 Epochen, legte ihnen aber wegen etwelcher Unsicherheit der Bestimmung nur die Gewichte $1/2$, $1/2$ und $1/4$ bei. [2]) Für **Nr. 6** wurden aus den, leider von 1815 X bis 1817 IV unterbrochenen, in Nr. 4 gegebenen Beobachtungen von Beaufoy durch Ausgleichung die beiden Reihen

[1]) Broun, der diese Epoche in der auf pag. 573 seiner Abhandlung gegebenen betreffenden Tafel als älteste aufgenommen hat, legt sie nahe entsprechend auf 1787,25.

[2]) Broun gibt in seiner Tafel für die erste dieser Epochen 1800,5,

Variations-Tafel.

Nr.	Variations-Epoche V	Gew.	Perioden x	Gew.	Bedingungsgleichung $E \pm n\,x = V$	V'	$V-V'$	Sonnenflecken Epoche S	$V-S$
1 *m*	1784,5	1	—	—	$E - 4\,x = -15{,}5$	1789,0	- 4,5	1784,7	- 0,2
2 *M*	1787,2	1	—	—	$E' - 4\,x = -12{,}8$	1793,3	- 6.1	1788,1	- 0,9
3 *m*	1799,0	1/2	14,5	1/3	$E - 3\,x = -1{,}0$	1800,2	- 1,2	1798,3	0,7
4 *M*	1804,0	1/2	16,8	1/3	$E' - 3\,x = 4{,}0$	1804,4	- 0,4	1804,2	- 0,2
5 *m*	1811,0	1/4	12,0	1/6	$E - 2\,x = 11{,}0$	1811,3	- 0,3	1810,6	0,4
6 *M*	1818,2	1/2	14,2	1/4	$E' - 2\,x = 18{,}2$	1815,5	2,7	1816,4	1,8
7 *m*	1824,2	1	13,2	1/5	$E - x = 24{,}2$	1822,4	1,8	1823,3	0,9
8 *M*	1829,7	1	11,5	1/3	$E' - x = 29{,}7$	1826,7	3,0	1829,9	- 0,2
9 *m*	1833,8	1/2	9,6	1/3	$E = 33{,}8$	1833,6	0,2	1833,9	- 0,1
10 *M*	1837,7	1 1/2	8,0	3/5	$E' = 37{,}7$	1837,8	- 0,1	1837,2	0,5
11 *m*	1844,5	2	10,7	2/5	$E + x = 44{,}5$	1844,7	- 0,2	1843,5	1,0
12 *M*	1848,7	2	11,0	6/7	$E' + x = 48{,}7$	1849,0	- 0,3	1848,1	0,6
13 *m*	1856,4	2	11,9	1	$E + 2\,x = 56{,}4$	1855,9	0.5	1856,0	0,4
14 *M*	1859,8	2	11,1	1	$E' + 2\,x = 59{,}8$	1860,1	- 0,3	1860,1	- 0,3
15 *m*	1866,8	2	10,4	1	$E + 3\,x = 66{,}8$	1867,0	- 0,2	1867,2	- 0,4
16 *M*	1870,8	2	11,0	1	$E' + 3\,x = 70{,}8$	1871,2	- 0,4	1870,6	0.2
17 *m*	1877,5	1/2	10,7	2/5	$E + 4\,x = 77{,}5$	1878,1	- 0,6	1878,0	- 0,5
	Mittel I.		11,77	1/2	$x = 11{,}45$	Mittel	± 2,17	Mittel	± 0,69
			± 2,17		$E = 1833{,}08$		± 1,93		± 0,62
			± 0,56		$E' = 1837{,}74$				
	- II.		11,18	1	$x = 11{,}01$				
			± 1,53		$E = 1833{,}65$				
			± 0,43		$E' = 1838{,}41$				
	- III.		11,04	1 1/2	$x = 11{,}51$				
			± 1,37		$E = 1832{,}93$				
			± 0,47		$E' = 1837{,}03$				
	- IV.		11,03	2	$x = 10{,}86$				
			± 0,96		$E = 1834{,}19$				
			± 0,35		$E' = 1838{,}16$				
Gesammt-Mittel			11,14		$x = 11{,}14$				
			± 1,32		$E = 1833{,}59$				
			± 0,22		$E' = 1837{,}83$				

1813	X	7,00		1814	IV	7,46		1814	X	7,66	
-	XI	6,97		-	V	7,54		-	XI	7,76	
-	XII	6,97		-	VI	7,61		-	XII	7,88	
1814	I	7,04	7,09	-	VII	7,60	7,57	1815	I	7,93	7,80
-	II	7,20		-	VIII	7,59		-	II	7,85	
-	III	7,36		-	IX	7,63		-	III	7,72	

und

1817	X	8,72		1818	IV	8,67		1818	X	8,59	
-	XI	8,60		-	V	8,69		-	XI	8,55	
-	XII	8,58		-	VI	8,80		-	XII	8,47	
1818	I	8,58	8,61	-	VII	8,74	8,69	1819	I	8,58	8,47
-	II	8,56		-	VIII	8,63		-	II	8,30	
-	III	8,64		-	IX	8,60		-	III	8,18	

— ersetzt die zweite und dritte mit ?, — und schaltet dagegen zwischen 1787,25 und 1800,5 noch eine Minimumsepoche 1795,0 und eine Maximumsepoche 1797,7 ein, wodurch er somit in vollständigen Widerspruch gegen mich tritt, obschon er sich zunächst auch auf Gilpin stützt, und dann allerdings noch eine von Loomis publicirte (mit II nahe gleiche) Reihe der Häufigkeit des Nordlichtes in den Jahren 1790 bis 1819 beizieht. — Um zu zeigen wie wenig begründet dieses Vorgehen ist, füge ich beistehendes Täfelchen bei:

Jahr	1786	87	88	89	90	91	92	93	94	1795
I	15,82	**14,98**	15,22	12,60	14,85	12,27	8,27	**8,43**	8,27	7,48
II	167	181	163	167	124	91	82	24	11	11
III	55	50	34	45	13	11	6	8	2	2
IV	16	27	53	45	36	37	23	13	6	3
Jahr	1796	97	98	99	00	01	02	03	04	1805
I	8,02	8,30	7,44	7,56	7,14	7,74	8,58	9,16	8,48	8,72
II	4	15	3	7	6	8	13	10	14	24
III	0	0	0	0	0	0	2	5	4	4
IV	0	13	0	2	3	4	4	6	6	4

wo I die von mir in Nr. 11 aus Gilpin's Beobachtungen abgeleitete Variationsreihe gibt, bei welcher nur die beiden fett gedruckten Zahlen vollständig durchbeobachteten Jahren entsprechen, während die übrigen je nur auf 3 bis 5 Monaten beruhen, — II die von Fritz

gebildet, und aus der graphischen Darstellung derselben geschlossen, dass das Maximum, zum Mindesten mit dem Gewichte $^1/_2$, auf 1818,2 gelegt werden dürfe. [3]) Für **Nr. 7 und 8** wurde die Arago'sche Reihe in Nr. 4 ausgeglichen, wodurch die Epochen 1824,2 und 1829,7 erhalten wurden, welchen das Gewicht 1 gegeben werden konnte. [4]) Für **Nr. 9** wurde die Arago'sche Reihe in Verbindung mit einigen

---

in s. „Verzeichniss beobachteter Polarlichter, Wien 1873 in 8°" auf pag. 249 gegebenen Jahressummen aller (mit Ausnahme des höchsten Norden) beobachteten Nordlichter, — III die ebenfalls von Fritz a. a. O. gegebenen amerikanischen Nordlichter, — und IV die nach Lovering in s. Abhandlung „On the Periodicity of the Aurora borealis (Mem. of the Amer. Acad. 1868)" speciell in England beobachteten Nordlichter. Wie kann man wagen, auch wenn I scheinbar in 1797 und 1800 Minima und in 1797 ein Maximum zeigt, aus so unbedeutenden Schwankungen in einer so unsichern und in keiner Weise ausgeglichenen Reihe auf die Unrichtigkeit einer zum Mindesten auf viel soliderm Fundamente bestehenden Angabe schliessen zu wollen, — wie kann man glauben eine solche Behauptung durch II hinlänglich stützen zu können, wenn sich aus III und IV zeigt, dass die kleine Erhebung für 1797 nur auf lokalen englischen Beobachtungen (meist sogar nur Nordlichtspuren in Manchester) beruht, — und wenn man endlich aus I das Max. 1797 herausliest und dagegen das besser ausgesprochene Max. 1803 verschweigt, setzt man sich nicht dem Vorwurfe aus, man habe das Eine, als in den Kram passend, hervorgehoben, und das Andere, als störend, todtgeschwiegen. Hätte Herr Broun, anstatt diese nach meiner Ansicht unberechtigte Einschiebung zu machen, bloss die Meinung ausgesprochen, es sei die Gilpin'sche Reihe höchstens zu gebrauchen um das am Ende des vorigen Jahrhunderts eingetretene Minimum zu belegen, und es sei der Verlauf der Variationen von 1787 bis 1800 als unbekannt zu betrachten, so könnte ich ihm zur Noth beistimmen, — aber diess wäre auch die höchste Concession, die mir mein Gewissen erlauben würde.

[3]) Broun hat ebenfalls 1818,2.

[4]) Broun hat ebenfalls 1824,2 und 1829,7.

von Arago im 4. Bande s. Werke angeführten Bestimmungen für 1835 benutzt um die in Nr. 4 gegebene, erst mit 1834 IV beginnende Göttinger-Reihe etwas rückwärts zu verlängern; es ergab sich so ein Minimum in 1833,8, welchem jedoch nur das Gewicht ½ gegeben wurde. [5]) Für **Nr. 10** ergab die Ausgleichung der oben erwähnten Göttinger-Reihe 1837,6, während die in Nr. 38 bereits ausgeglichene Mailänder-Reihe das Max. auf 1837,8 legte; ich bestimmte die Epoche im Mittel auf 1837,7 und gab ihr das Gewicht 1½. [6]) Für **Nr. 11, 12, 13, 14, 15 und 16** lagen neben der Mailänder-Reihe noch die Reihen von München, Prag, Christiania, Berlin, etc. vor; ich bestimmte nun jede dieser Epochen aus 4 dieser Reihen, und legte dem Mittel das Gewicht 2 bei; so fand ich z. B. aus Mailand 1844,1, aus München 1844,5, aus Christiania 1844,7 und aus Prag 1844,5, und legte somit die Epoche 11 auf 1844,5, und entsprechend vorgehend 12 auf 1848,7, 13 auf 1856,4, 14 auf 1859,8, 15 auf 1866,8 und endlich 16 auf 1870,8. [7]) Für **Nr. 17** endlich erhielt ich nach Lit. 350 und 374 durch Ausgleichung für Prag und die 12 Monate 1876 VII bis 1877 VI die Variationsreihe

6,28 6,26 6,23 6,17 6,12 6,09 6,12 6,18 6,19 6,12 6,02 5,94

und nach Lit. 361 und 370 für Paris und dieselben 12 Monate

7,26 7,28 7,30 7,32 7,34 7,37 7,42 7,43 7,47 7,54 7,51 7,42

Es hatte somit in Prag bis 1877 VI noch vorherrschend schwaches Sinken, dagegen in Paris bereits vorherrschend schwaches Steigen statt, und ich konnte so wenigstens mit

---

[5]) Broun hat 1833,5?

[6]) Broun hat 1837,5.

[7]) Broun hat 1843,85, 1848,9, 1856,3, 1860,3, 1866,5 u. 1870,85, — stimmt also mit Ausnahme von Nr. 11 und 14, wo die Differenz auf ½ und mehr ansteigt, gut mit mir zusammen.

der dem Gewichte $^1/_2$ entsprechenden Sicherheit die Minimums-Epoche vorläufig auf 1877,5 legen. [8]) — Zieht man jede Minimumsepoche von der folgenden Minimumsepoche, und jede Maximumsepoche von der folgenden Maximumsepoche ab, so erhält man die in die Tafel eingeschriebenen 15 Werthe für die Periodenlänge x und die beigesetzten Gewichte derselben. Aus diesen 15 Werthen wurde in vierfacher Weise ein Mittelwerth für x abgeleitet, und je aus Vergleichung dieses Mittelwerthes mit den einzelnen Werthen der mittlere Fehler einer Bestimmung oder die mittlere Schwankung der Periode und der Fehler des Mittels oder die Unsicherheit des Mittels berechnet, — und zwar wurden die Zahlen I erhalten, indem sämmtlichen 15 Werthen das Gewicht 1 beigelegt wurde, — die II, indem die zwei ersten Werthe unberücksichtigt blieben, [9]) — die III, indem wieder alle 15 Werthe benutzt, aber mit den beigeschriebenen Gewichten in Rechnung gebracht wurden, — und die IV endlich, indem zwar diese Gewichte ebenfalls berücksichtigt, aber die zwei ersten Werthe wieder weggelassen wurden. Die für I und II angewandte Vorschrift (die damit übereinkömmt, dass man sowohl für Minimum als Maximum die erste Epoche von der letzten abzieht, je die Differenz durch die Anzahl der zwischenliegenden Perioden theilt, [10]) und aus den beiden Quotienten das Mittel zieht) hat ihre Berechtigung, sobald für die Bestimmung hinlänglich viele Perioden vorliegen,

[8]) Broun hat die natürlich gegenwärtig als irrig zu bezeichnende Epoche 1875,7?, was aber für Frühjahr 1876, wo er s. Abhandlung vollendete, zu entschuldigen ist.

[9]) Um Broun die in Note 2 versprochene Concession zu machen.

[10]) Die oben nach Broun gegebene Bestimmung der mittleren Variations-Periode ist ebenfalls nach dieser Methode erhalten.

um eine Ausgleichung aller Ungleichheiten erwarten zu können, und so liefert sie z. B. für die Sonnenflecken mit ihrer bereits 2 1/2 Jahrhunderte beschlagenden Epochen-Reihe ein ganz gutes Resultat, indem

$$\frac{1878{,}0 - 1610{,}8}{24} = 11{,}13 \text{ und } \frac{1870{,}6 - 1615{,}5}{23} = 11{,}09$$

$$\text{also im Mittel } x = 11{,}11$$

Wenn dagegen, wie bei den Variationen, noch eine relativ kleine Anzahl bekannter Perioden vorliegt, so hat die zufällig etwas anomale Lage einer der Endepochen noch einen grossen Einfluss, wie sich diess in der grossen Verschiedenheit der I und II zeigt, [11]) — und unter allen Umständen bleiben bei dieser Methode die sämmtlichen Zwischen-Epochen ohne Betracht, während dieselben dagegen bei der für III und IV befolgten Vorschrift zur Geltung kommen, und so jener grosse Einfluss der Endepochen gebrochen wird, wie diess in der nahen Uebereinstimmung von III und IV zu Tage tritt. Immerhin glaubte ich keine der Bestimmungen I, II, III und IV ganz unberücksichtigt lassen zu sollen, legte ihnen der Reihe nach die Gewichte 1/2, 1, 1 1/2 und 2 bei, und fand so das in die Tafel eingeschriebene Gesammtmittel, sowie dessen Schwankung und Unsicherheit. [12]) — Ausserdem wurde aber x auch noch

---

[11]) Die bei Berechnung von II weggelassenen Epochen 1 und 2 repräsentiren eben, wie von den Sonnenflecken her längst bekannt ist, solche ganz anomale Verhältnisse.

[12]) Die dem Gesammtmittel beigeschriebene Schwankung $\pm$ 1,32 ist einfach das, unter Berücksichtigung der Gewichte 1/2, 1, 1 1/2 und 2 aus den Schwankungen bei I, II, III und IV berechnete Mittel; dagegen ist die Unsicherheit $F = \pm 0{,}22$ aus der Gleichheit $\Sigma (p \cdot f)^2 = (F \Sigma p)^2$ berechnet, in welcher die f die Unsicherheiten I, II, III und IV, die p aber deren Gewichte bezeichnen.

in folgender Weise berechnet, wobei sich dann zugleich die Werthe E und E' für die mittleren Epochen von Minimum und Maximum ergeben: Es wurde für jede Epoche, entsprechend ihrer Lage zu der entsprechenden mittleren Epoche, eine Gleichung der Form $E \pm n\,x = V$ oder $E' \pm n\,x = V$ aufgestellt, und sodann für jede der drei zu bestimmenden Grössen E, E' und x eine Normalgleichung berechnet, wobei für I alle 17 Gleichungen mit dem Gewichte 1, für II nur die Gleichungen 3 bis 17 mit eben diesem Gewichte, — für III wieder alle 17 Gleichungen mit den Gewichten der Epochen, — und für IV nur die Gleichungen 3 bis 17 mit diesen letztern Gewichten benutzt wurden. Die erhaltenen Werthe finden sich in die Tafel eingetragen, und ebenso die aus ihnen mit den frühern Gewichten $^1/_2$, 1, $1^1/_2$ und 2 berechneten Mittelwerthe. Der letztere Werth von x stimmt mit dem früher erhaltenen genau überein, und es ergibt sich somit aus den Variationsepochen, sobald man nur in einer angemessenen Weise rechnet, für die Länge der Variationsperiode ein Werth, der weit innerhalb seiner Unsicherheit mit der von mir aus den Sonnenflecken abgeleiteten Periode übereinstimmt, **womit wohl die versprochene Widerlegung der von den Herren Broun und Faye publicirten Bestimmungen und Schlüsse geleistet ist.** — Immerhin habe ich noch Einiges beizufügen: **1.** Die sich ergebende Differenz

$$E' - E = 1837{,}83 - 1833{,}59 = 4{,}24$$

zeigt, dass bei den Variationen durchschnittlich die Maximumsepoche viel näher an der vorhergehenden, als an der nachfolgenden Minimumsepoche liegt, so dass auch in dieser

Beziehung die Variationen sich entsprechend wie die Sonnenflecken verhalten. **2.** Berechnet man unter Annahme der mittlern Werthe von x, E und E' rückwärts nach $E \pm n\,x$ oder $E' \pm n\,x$ die Variationsepochen, so findet man die unter V' in die Tafel eingeschriebenen Werthe, deren Differenzen von V im Mittel den Betrag $\pm$ 2,17 oder $\pm$ 1,93 erreichen, je nachdem man den Einzelnwerthen die Gewichte 1 oder die Gewichte der V beilegt. **3.** Vergleicht man dagegen die V, wie es ebenfalls in der Tafel geschehen ist, mit den Sonnenflecken-Epochen S, so erhält man die mittlere Differenz $\pm$ 0,69 oder $\pm$ 0,62, je nachdem man den Einzelnwerthen wieder die Gewichte 1 oder die Gewichte der V beilegt. **4.** Die Differenzen $V-S$ zeigen nichts vorherrschend systematisches, wenn auch die positiven Werthe etwas überwiegen, und das arithmetische Mittel den Werth + 0,22 annimmt. **5.** Da der mittlere Werth von $V-S$ viel kleiner als der von $V-V'$ ist, so liegt ein eclatanter Beweis für den von Broun und mir fortwährend angenommenen, von Faye dagegen neuerlich bezweifelten Parallelismus der beiden Erscheinungen vor. **6.** Die aus den Sonnenflecken abgeleitete mittlere Periodenlänge 11,11 $\pm$ 0,31 ist für die Variationen der direct aus ihnen erhaltenen mittlern Periodenlänge 11,14 $\pm$ 0,22 vorzuziehen, obschon beide Werthe so nahe zusammenfallen, dass es praktisch keine Bedeutung hat, welcher von beiden angenommen wird.

Zum Schlusse mag noch eine kleine Fortsetzung der Sonnenflecken-Literatur folgen:

363) Bulletino meteorologico dell' osservatorio del collegio romano. Vol. XV—XVI. (Forts. zu 339).

Herr Professor Secchi in Rom hat 1876 folgende Zählungen erhalten:

1876		1876		1876		1876		1876	
I 1	0.0	IV 8	1.—	VI 29	1.—	VIII 18	1.—	X 13	1.—
- 5	1.1	- 9	2.—	- 30	0.0	- 19	1.—	- 14	1.—
- 6	1.1	- 10	2.—	VII 1	1.—	- 20	1.—	- 15	1.—
- 8	1.—	- 11	1.—	- 2	2.—	- 21	1.—	- 16	1.—
- 16	1.—	- 12	1.—	- 3	2.—	- 22	1.—	- 17	1.—
- 17	0.0	- 13	1.—	- 4	2.—	- 24	1.—	- 18	1.—
- 18	2.—	- 19	1.—	- 5	2.—	- 27	1.—	- 20	1.—
- 19	2.—	- 25	0.0	- 6	3.—	- 28	1.—	- 22	1.—
- 20	3.—	- 26	0.0	- 7	2.—	- 29	1.—	- 23	1.—
- 23	2.—	- 27	0.0	- 8	3.—	- 30	1.—	- 26	1.—
- 24	2.—	- 28	0.0	- 9	3.—	IX 1	2.—	- 28	1.—
- 31	1.—	- 30	0.0	- 10	3.—	- 2	1.—	- 29	1.—
II 3	1.—	V 1	0.0	- 11	2.—	- 3	1.—	- 30	0.0
- 4	1.—	- 2	0.0	- 12	2.—	- 4	1.—	- 31	0.0
- 9	1.—	- 3	0.0	- 15	0.0	- 5	1.—	XI 2	1.—
- 12	1.—	- 8	1.—	- 16	0.0	- 6	0.0	- 3	1.—
- 13	1.—	- 11	1.—	- 17	0.0	- 7	1.—	- 4	1.—
- 15	1.—	- 12	1.—	- 18	0.0	- 9	0.0	- 5	1.—
- 18	1.—	- 13	1.—	- 19	1.—	- 10	0.0	- 6	0.0
- 19	1.—	- 16	1.—	- 20	2.—	- 11	0.0	- 7	0.0
- 20	1.—	- 17	1.—	- 21	3.—	- 13	1.—	- 10	1.—
- 21	1.—	- 20	0.0	- 22	3.—	- 15	1.—	- 11	1.—
- 22	1.—	- 21	0.0	- 23	2.—	- 17	1.—	- 14	3.—
- 24	0.0	- 22	0.0	- 24	2.—	- 18	2.—	- 15	3.—
- 25	1.—	- 23	0.0	- 25	1.—	- 19	1.—	- 16	2.—
- 26	1.—	- 25	1.—	- 26	1.—	- 21	0.0	- 18	1.—
- 27	1.—	- 28	1.—	- 27	1.—	- 22	0.0	- 19	2.—
- 29	1.—	- 30	1.—	- 28	1.—	- 23	0.0	- 22	2.—
III 3	0.0	- 31	1.—	- 29	1.—	- 24	0.0	- 24	0.0
- 4	0.0	VI 2	0.0	- 30	1.—	- 26	1.—	- 25	0.0
- 6	1.—	- 4	0.0	- 31	1.—	- 27	1.—	- 26	0.0
- 8	0.0	- 5	0.0	VIII 1	1.—	- 28	1.—	XII 2	1.—
- 11	1.—	- 6	0.0	- 2	0.0	- 30	1.—	- 3	1.—
- 14	2.—	- 7	0.0	- 3	0.0	X 1	2.—	- 11	0.0
- 15	2.—	- 9	0.0	- 4	0.0	- 2	1.—	- 12	0.0
- 16	3.—	- 11	1.—	- 5	0.0	- 3	1.—	- 13	0.0
- 19	4.—	- 13	1.—	- 6	0.0	- 4	1.—	- 17	1.—
- 21	4.—	- 14	0.0	- 7	0.0	- 5	1.—	- 20	1.—
- 22	4.—	- 16	0.0	- 9	0.0	- 6	1.—	- 22	1.—
- 27	2.—	- 18	0.0	- 11	0.0	- 7	1.—	- 23	1.—
- 30	1.—	- 19	0.0	- 12	0.0	- 8	0.0	- 24	1.—
- 31	1.—	- 20	0.0	- 13	0.0	- 9	0.0	- 25	1.—
IV 2	0.0	- 22	1.—	- 14	0.0	- 10	0.0	- 27	1.—
- 3	0.0	- 23	1.—	- 15	0.0	- 11	1.—	- 28	1.—
- 5	0.0	- 26	1.—	- 16	1.—	- 12	1.—	- 29	1.—
- 7	0.0	- 28	1.—	- 17	1.—				

364) Annalen des physicalischen Centralobservatoriums. Herausgegeben von H. Wild. Jahrgänge 1872—1875. St. Petersburg 1873—1876 in 4°.

Aus den Differenzen der für 2^h Nachmittags und 8^h Morgens gegebenen Monatsmittel der in Petersburg erhaltenen Declinations-Variations-Beobachtungen ergeben sich für 1873 bis 1875 folgende Variations-Werthe, welchen ich zur Vergleichung noch nach Nr. 323 die entsprechenden Werthe für 1872 beifüge:

	1872	1873	1874	1875
Januar	5',17	4',59	3',30	1',32
Februar	5,87	4,68	4,84	2,61
März	11,53	10,59	8,67	7,52
April	16,08	15,35	11,37	10,76
Mai	16,37	12,14	11,95	11,77
Juni	15,92	11,57	11,83	11,12
Juli	13,94	12,99	11,11	9,84
August	15,53	11,64	10,54	10,35
September	12,32	9,10	9,67	7,05
October	7,47	4,83	5,47	3,04
November	4,36	2,64	2,94	2,31
Dezember	1,45	2,31	1,42	1,89
Jahr	10,50	8,54	7,76	6,63

Vergleicht man hiemit die in Nr. XIX aus der Kupfer'schen Reihe abgeleitete Formel

$$v = 6{,}18 + 0{,}040 \,.\, r$$

d. h. setzt in derselbon successive entsprechend den 4 Jahren $r = 101{,}7,\ 66{,}3,\ 44{,}6$ und $17{,}1$, so erhält man die Variationen

10,25 8,83 7,96 6,86

Es stellt also jene Formel auch noch die neuern Jahrgänge ganz gut dar.

365) Rudolf Wolf, Beobachtungen der Sonnenflecken auf der Sternwarte in Zürich im Jahre 1877 (Fortsetzung zu 344).

Ich habe in Fortsetzungen meiner Beobachtungen im Jahr 1877 folgende Zählungen erhalten:

1877			1877			1877			1877			1877		
I	1	0.0	II	26	1.1	IV	14	0.0	VI	4	1.4	VII	21	0.0
-	2	0.0	-	27	1.2	-	15	1.7	-	5	1.4	-	22	0.0
-	3	0.0	-	28	1.2	-	16	1.6	-	6	1.—	-	23	0.0
-	4	0.0	III	1	2.3	-	20	2.4	-	7	1.2	-	24	0.0
-	5	1.2	-	2	2.4	-	21	1.3	-	8	1.3	-	26	0.0
-	6	1.2	-	3	1. -	-	24	2.4	-	9	1.3	-	27	0.0
-	7	2.5	-	4	1.—	-	25	2.7	-	10	1.4	-	28	0.0
-	8	2.5	-	5	1.—	-	26	2.6	-	11	1.2	-	31	1.3
-	9	2.3	-	7	2.4	-	27	2.3	-	12	1.1	VIII	1	1.3
-	10	3.6	-	8	1.1	-	29	2.3	-	13	1.1	-	2	1.3
-	11	3.6	-	9	0.0	-	30	1.1	-	14	1.1	-	3	0.—
-	12	1.—	-	10	0.—	V	1	2.2	-	15	0.0	-	4	0.0
-	13	2.4	-	11	0.0	-	2	1.3	-	16	0.0	-	5	0.0
-	14	2.4	-	12	0.0	-	3	1.2	-	17	0.0	-	6	0.0
-	16	2.4	-	13	0.0	-	4	2.4	-	19	0.0	-	7	0.0
-	18	2.8	-	15	0.0	-	5	1.1	-	20	0.0	-	8	0.0
-	19	2.8	-	16	0.0	-	7	2.2	-	21	0.0	-	10	0.0
-	20	2.8	-	17	0.—	-	8	1.1	-	22	0.0	-	11	0.0
-	22	1.1	-	19	2.3	-	9	2.3	-	23	0.0	-	12	0.0
-	23	1.1	-	20	1.—	-	10	2.4	-	24	1.3	-	13	0.0
-	26	0.—	-	21	1.3	-	12	2.4	-	25	1.4	-	14	0.0
-	27	0.—	-	22	1.1	-	13	2.4	-	26	1.3	-	18	0.0
-	28	1.1	-	23	0.0	-	14	2.3	-	27	1.3	-	19	0.0
-	29	0.0	-	24	0.0	-	15	1.—	-	28	1.1	-	20	0.0
-	30	0.0	-	25	0.0	-	16	1.2	-	29	1.2	-	21	0.0
-	31	0.0	-	26	0.0	-	17	2.2	-	30	1.2	-	25	1.1
II	1	0.—	-	27	0.0	-	18	1.1	VII	1	1.1	-	26	1.2
-	3	0.—	-	28	0.0	-	19	1.1	-	2	0.—	-	27	1.2
-	4	0.0	-	29	0.0	-	20	1.2	-	4	1.2	-	28	1.2
-	5	0.0	-	30	0.0	-	21	1.1	-	5	1.3	-	29	1.2
-	7	1.1	-	31	0.0	-	22	1.6	-	6	0.0	-	30	1.1
-	10	1.1	IV	1	0.0	-	23	1.8	-	7	0.0	-	31	0.—
-	11	1.1	-	2	0.0	-	24	1.4	-	8	0.0	IX	1	0.0
-	12	1.1	-	3	0.0	-	25	1.3	-	9	0.0	-	3	0.0
-	15	1.1	-	4	0.0	-	26	1.2	-	10	0.0	-	4	1.1
-	16	1.1	-	5	0.0	-	27	1.2	-	11	0.0	-	5	1.2
-	17	1.1	-	6	0.0	-	28	1.1	-	12	0.0	-	6	1.3
-	18	0.-	-	7	1.1	-	29	0.0	-	13	0.—	-	7	1.6
-	19	0.0	-	8	1.1	-	30	0.0	-	14	0.0	-	8	1.6
-	20	0.0	-	9	0.—	-	31	0.0	-	15	0.0	-	9	1.—
-	22	0.0	-	10	0.0	VI	1	0.0	-	16	0.0	-	10	1.2
-	23	0.0	-	12	0.0	-	2	0.0	-	17	1.3	-	11	2.3
-	24	0.0	-	13	0.0	-	3	1.1	-	18	1.2	-	12	2.3

1877			1877			1877			1877			1877		
IX	13	2.4	X	7	0.0	X	22	0.0	XI	6	1.1	XI	30	1.3
-	14	2.3	-	9	0.0	-	23	0.0	-	7	1.1	XII	1	1.2
-	15	1.1	-	10	0.0	-	24	0.—	-	8	0.0	-	2	1.2
-	17	1.2	-	11	0.0	-	25	0.0	-	9	0.0	-	8	0.0
-	18	1.—	-	12	0.—	-	26	1.1	-	11	0.0	-	14	0.0
-	19	2.4	-	13	0.0	-	27	1.3	-	12	0.0	-	15	0.0
-	20	1.2	-	14	0.0	-	28	1.3	-	20	0.0	-	16	0.0
-	21	0.—	-	15	0.0	-	29	2.6	-	21	0.0	-	19	0.0
-	23	0·0	-	16	0.0	-	31	2.8	-	22	0.—	-	20	0.0
-	24	0.0	-	17	0.0	XI	1	2.12	-	23	1.2	-	23	0.0
-	27	1.1	-	18	0.0	-	2	2.10	-	25	1.5	-	24	0.—
-	30	0.0	-	19	0.0	-	3	2.8	-	26	1.7	-	27	0.—
X	1	0.0	-	20	0.0	-	4	2.6	-	28	1.4	-	28	0.0
-	4	0.0	-	21	0.0	-	5	1.3	-	29	1.4	-	30	0.0
-	5	0.0												

366) Robert Billwiller und Alfred Wolfer, Beobachtungen der Sonnenflecken auf der Sternwarte in Zürich im Jahre 1877 (Fortsetzung zu Nr. 345).

Die Herren Billwiller und Wolfer haben in Fortsetzung der frühern Beobachtungen im Jahre 1877 folgende Zählungen gemacht, wobei die mit * bezeichneten Beobachtungen von Herrn Wolfer herrühren:

1877			1877			1877			1877			1877		
I	1	0.0 *	I	18	2.54*	II	12	1.2 *	III	5	1.11*	III	26	0.0
-	2	0.0 *	-	19	2.38	-	15	1.5	-	6	2.15*		—	0.0 *
-	3	0.0 *		—	2.49*		—	1.3 *	-	7	2.16*	-	27	0.0
-	4	1.2 *	-	20	2.25	-	16	1.1 *	-	8	2.5 *		—	0.0 *
-	5	2.5		—	2.26*	-	17	1.1 *	-	9	1.3	-	28	0.0 *
	—	1.5 *	-	22	1.13*	-	19	0.0 *		—	1.4 *	-	29	0.0
-	6	1.14*	-	23	1.5 *	-	20	0.0 *	-	10	1.7 *		—	0.0 *
-	7	1.15*	-	24	1.4 *	-	22	0.0 *	-	11	1.8 *	-	30	0.0 *
-	8	3.9 *	-	26	1.3 *	-	23	0.0 *	-	12	0.0 *	-	31	0.0
-	9	2.7 *	-	27	1.2 *	-	24	0.0 *	-	13	0.0 *		—	0.0 *
-	10	4.12*	-	28	1.5 *	-	25	0.0 *	-	15	0.0 *	IV	1	0.0 *
-	11	3.9	-	29	0.0 *	-	26	1.3 *	-	16	0.0 *	-	3	0.0
	—	3.15*	-	30	0.0 *	-	27	1.14	-	17	0.0 *		—	0.0 *
-	12	2.18*	II	1	1.2 *		—	1.17*	-	19	2.7 *	-	4	0.0 *
-	13	3.27*	-	3	1.3 *	-	28	1.7	-	21	1.14*	-	5	0.0
-	14	3.26*	-	5	0.0 *		—	1.11*	-	22	1.3 *		—	0.0 *
-	16	2.26*	-	7	1.2 *	III	1	2.12*	-	23	0.0 *	-	6	0.0
-	17	2.35	-	9	1.2 *	-	2	2.16*	-	24	0.0 *		—	0.0 *
-	18	2.41	-	10	1.3 *	-	3	5.40?	-	25	0.0 *	-	7	0.0

1877			1877			1877			1877			1877		
IV	7	1.4 *	V	27	1.10*	VII	5	1.9 *	VIII	11	0.0 *	IX	13	2.10*
-	8	1.3 *	-	28	1.3 *	-	6	1.3 *	-	12	0.0 *	-	14	2.12*
-	9	1.4 *	-	29	1.1 *	-	7	1.5 *	-	13	0.0	-	15	3.8 *
-	10	0.0 *	-	30	0.0 *	-	8	1.1 *		—	1.1 *	-	16	2.7 *
-	11	0.0 *	-	31	0.0 *	-	9	0.0	-	14	0.0 *	-	17	1.11
-	12	0.0 *	VI	1	0.0 *		—	1.1 *	-	15	0.0	-	—	2.12*
-	13	0.0 *	-	2	0.0 *	-	10	0.0 *		—	0.0 *	-	18	2.11*
-	14	0.0 *	-	3	1.14	-	11	0.0	-	16	0.0	-	19	1.14
-	15	2.9		—	1.6 *		—	1.1 *		—	0.0 *		—	2.15*
	—	1.22*	-	4	1.12	-	12	2.6 *	-	17	0.0	-	21	1.2 *
-	20	2.17*		—	1.18*	-	13	0.0 *		—	0.0 *	-	23	0.0 *
-	21	2.10*	-	5	1.19*	-	14	0.0 *	-	18	0.0	-	24	0.0 *
-	23	1.7 *	-	7	1.14*	-	15	0.0 *		—	0.0 *	-	25	1.1 *
-	24	2.27*	-	8	1.19*	-	16	0.0	-	19	0.0 *	-	26	2.11
-	25	3.15*	-	9	1.18*		—	0.0 *	-	20	0.0 *		—	2.4 *
	—	2.24*	-	10	1.19*	-	17	1.9 *	-	21	0.0 *	-	27	1.7
-	26	3.14	-	11	1.17*	-	18	1.3 *	-	22	1.3		—	1.3 *
	—	2.30*	-	12	1.12*	-	20	0.0 *		—	1.2 *	-	28	1.5
-	27	2.18*	-	13	0.0	-	21	0.0	-	23	1.3 *		—	1.3 *
-	29	2.10*		—	2.9 *		—	0.0 *	-	24	1.12	-	29	1.1 *
-	30	1.5	-	14	0.0	-	22	0.0 *		—	1.11*	-	30	1.3 *
	—	1.4 *		—	1.3 *	-	23	0.0	-	25	1.12	X	1	1.2 *
V	1	2.8 *	-	15	1.1 *		—	0.0 *		—	1.9 *	-	2	0.0 *
-	2	1.7	-	16	1.2 *	-	24	0.0 *	-	26	1.11*	-	3	0.0 *
	—	1.8 *	-	17	1.3 *	-	26	0.0	-	27	1.14	-	4	0.0 *
-	3	1.4	-	18	1.3 *		—	0.0 *		—	1.10*	-	5	0.0 *
	—	1.7 *	-	19	2.7 *	-	27	0.0	-	28	1.11*	-	6	0.0 *
-	4	2.12*	-	20	2.7 *		—	0.0 *	-	29	1.8 *	-	8	0.0 *
-	5	1.5 *	-	21	0.0 *	-	28	0.0 *	-	30	1.5 *	-	9	0.0 *
-	7	2.4 *	-	22	0.0 *	-	29	0.0 *	-	31	1.4 *	-	10	0.0
-	8	2.2 *	-	23	0.0 *	-	30	0.0	IX	1	1.2 *		—	0.0 *
-	9	2.6 *	-	24	1.13*		—	0.0 *	-	3	0.0 *	-	11	0.0 *
-	10	2.16*	-	25	1.17*	-	31	1.2	-	4	1.5 *	-	12	0.0 *
-	12	2.9 *	-	26	0.0		—	1.4 *	-	5	1.19	-	13	0.0
-	14	2.6 *		—	1.14*	VIII	1	1.5		—	1.19*		—	0.0 *
-	16	2.5 *	-	27	1.11*		—	1.9 *	-	6	1.17	-	14	0.0 *
-	17	2.9 *	-	28	1.6	-	2	1.5 *		—	1.16*	-	15	0.0
-	18	2.5 *		—	1.10*	-	3	1.2 *	-	7	1.20*		—	0.0 *
-	19	2.4 *	-	29	1.8	-	5	0.0	-	8	1.15*	-	16	0.0 *
-	20	1.4 *		—	1.8 *		—	0.0 *	-	9	1.14*	-	17	0.0 *
-	21	1.5 *	-	30	1.9	-	6	0.0	-	10	2.16	-	18	0.0 *
-	22	1.27*		—	1.11*		—	0.0 *		—	2.19*	-	19	0.0 *
-	23	1.30*	VII	1	2.10*	-	7	0.0 *	-	11	2.14*	-	20	0.0 *
-	24	1.19*	-	2	1.7 *	-	8	0.0 *	-	12	2.13	-	21	1.1 *
-	25	1.14*	-	4	2.11	-	9	0.0 *		—	2.15*	-	22	0.0 *
-	26	1.7 *		—	1.11*	-	10	0.0 *	-	13	2.10	-	23	0.0

1877			1877			1877			1877			1877		
X	23	0.0 *	XI	1	2.30*	XI	8	0.0	XI	23	1.4	XII	1	1.3 *
-	24	0.0 *	-	2	2.33		—	0.0 *		—	1.10*	-	2	1.6
-	25	0.0 *		—	2.42*	-	9	0.0	-	25	1.12*		—	1.5 *
-	26	1.9	-	3	2.11*		—	0.0 *	-	26	1.12	-	11	0.0 *
	—	1.1 *	-	4	2.25*	-	11	0.0 *		—	1.23*	-	13	0.0 *
-	27	1.21	-	5	2.5 *	-	12	0.0 *	-	28	1.12*	-	15	0.0 *
	—	1.14*	-	6	1.12	-	14	0.0 *	-	29	1.10	-	16	0.0 *
-	28	3.32		—	1.4 *	-	21	0.0		—	1.10*	-	19	0.0 *
-	29	2.38*	-	7	1.—		—	0.0 *	-	30	1.2 *	-	20	0.0 *
-	31	2.20*		—	1.1 *	-	22	0.0 *	XII	1	1.9	-	23	0.0 *

367) Beobachtungen der Sonnenflecken in Madrid. — Schriftliche Mittheilung von Herrn Director Aguilar.

Es wurden durch Herrn Adjunkt Ventosa folgende Zählungen erhalten:

1876			1876			1876			1876			1876		
I	1	0.0	II	19	2.4	III	27	3.6	V	6	1.2	VI	12	0.0
-	2	0.0	-	20	1.5	-	29	3.4	-	8	1.7	-	13	0.0
-	3	0.0	-	21	1.4	-	31	0.0	-	9	1.6	-	15	1.1
-	4	1.2	-	22	1.4	IV	1	0.0	-	10	1.5	-	16	0.0
-	5	1.3	-	23	0.0	-	2	0.0	-	11	2.4	-	17	1.1
-	6	1.2	-	24	1.3	-	3	0.0	-	12	1.6	-	18	0.0
-	7	0.0	-	25	2.7	-	4	1.1	-	16	0.0	-	19	0.0
-	8	2.3	-	26	3.8	-	5	0.0	-	20	0.0	-	20	2.2
-	12	1.1	-	27	3.7	-	6	0.0	-	21	0.0	-	21	1.1
-	19	3.12	-	28	2.9	-	7	0.0	-	22	0.0	-	22	1.1
-	21	4.15	-	29	2.10	-	8	1.4	-	23	1.1	-	23	2.2
-	24	2.7	III	2	2.8	-	9	2.6	-	24	0.0	-	26	1.4
-	25	2.13	-	3	2.3	-	10	2.9	-	25	2.2	-	27	1.2
-	28	1.1	-	4	1.2	-	11	1.7	-	26	2.5	-	29	1.4
-	30	2.2	-	5	0.0	-	13	2.12	-	27	2.5	-	30	0.0
-	31	1.1	-	6	1.4	-	16	1.3	-	28	1.3	VII	1	1.4
II	1	1.1	-	7	1.4	-	20	0.0	-	29	1.4	-	2	2.9
-	5	2.6	-	8	0.0	-	21	0.0	-	30	1.1	-	3	2.13
-	6	3.8	-	11	2.2	-	22	0.0	VI	2	1.2	-	4	2.16
-	7	2.11	-	12	2.2	-	23	0.0	-	3	0.0	-	5	3.10
-	8	1.5	-	14	2.6	-	24	0.0	-	4	0.0	-	6	2.8
-	10	1.1	-	15	3.14	-	26	0.0	-	5	0.0	-	7	3.10
-	11	1.2	-	16	3.26	-	27	0.0	-	6	0.0	-	8	3.10
-	13	1.2	-	17	5.44	-	28	0.0	-	7	0.0	-	9	3.8
-	14	1.5	-	18	5.48	-	30	1.1	-	8	0.0	-	10	2.4
-	15	1.8	-	19	6.30	V	1	1.1	-	9	0.0	-	11	3.4
-	16	1.4	-	22	5.30	-	2	2.—	-	10	0.0	-	12	1.1
-	17	1.14	-	25	4.16	-	3	0.0	-	11	0.0	-	13	0.0

1876		1876		1876		1877		1877	
VII 14	0.0	IX 3	1.16	XI 1	1.3	I 16	2.9	III 8	2.4
- 15	0.0	- 4	1.13	- 2	2.5	- 17	2.9	- 10	1.5
- 16	0.0	- 5	1.3	- 3	2.10	- 20	2.6	- 11	1.3
- 17	0.0	- 6	0.0	- 4	1.3	- 21	2.6	- 12	1.1
- 18	1.1	- 7	1.1	- 5	1.2	- 22	1.4	- 13	0.0
- 19	2.4	- 8	0.0	- 6	0.0	- 24	1.2	- 14	0.0
- 20	2.3	- 9	0.0	- 7	1.1	- 25	0.0	- 15	1.1
- 21	3.3	- 10	0.0	- 11	1.2	- 26	1.2	- 16	0.0
- 25	1.1	- 11	0.0	- 13	2.6	- 27	1.2	- 17	1.7
- 26	1.4	- 12	2.3	- 14	3.5	- 28	2.6	- 20	1.5
- 27	1.4	- 13	1.2	- 16	3.7	- 29	1.1	- 21	1.2
- 29	1.1	- 14	1.4	- 17	3.9	- 30	1.1	- 22	1.1
- 30	2.5	- 15	1.3	- 18	1.5	- 31	1.1	- 23	0.0
- 31	1.1	- 16	1.4	- 19	2.7	II 1	1.1	- 24	0.0
VIII 1	2.4	- 17	1.2	- 20	2.3	- 2	1.1	- 25	1.1
- 2	0.0	- 22	0.0	- 21	1.8	- 3	1.4	- 26	1.1
- 3	0.0	- 25	0.0	- 22	2.4	- 4	1.1	- 27	0.0
- 4	0.0	- 26	1.10	- 23	2.3	- 5	1.1	- 28	1.1
- 5	0.0	- 27	1.11	- 27	1.2	- 6	2.4	- 31	0.0
- 6	0.0	- 28	2.10	- 29	0.0	- 7	1.1	IV 1	0.0
- 7	0.0	- 29	1.10	XII 1	0.0	- 8	1.1	- 2	0.0
- 8	0.0	- 30	2.23	- 7	0.0	- 9	1.1	- 3	0.0
- 9	0.0	X 1	2.11	- 8	0.0	- 10	2.2	- 4	0.0
- 10	0.0	- 2	1.6	- 9	0.0	- 11	3.4	- 5	0.0
- 11	0.0	- 3	1.12	- 10	0.0	- 12	1.2	- 6	1.1
- 12	0.0	- 4	1.5	- 11	0.0	- 13	1.1	- 7	1.1
- 13	0.0	- 6	1.2	- 14	0.0	- 14	1.3	- 8	1.1
- 14	0.0	- 7	1.2	- 15	1.3	- 15	1.2	- 9	1.2
- 15	0.0	- 8	1.1	- 17	1.2	- 16	1.1	- 10	1.2
- 16	1.6	- 9	0.0	- 18	1.6	- 17	1.1	- 11	0.0
- 17	1.5	- 10	0.0	- 20	1.—	- 18	1.1	- 13	1.3
- 18	1.7	- 11	1.8	- 21	1.14	- 19	0.0	- 14	2.5
- 19	1.10	- 14	1.13	- 22	1.23	- 20	0.0	- 15	1.10
- 20	1.8	- 15	1.8	- 24	1.16	- 21	1.1	- 17	1.5
- 22	1.4	- 16	1.5	- 25	1.4	- 22	0.0	- 19	1.3
- 23	1.10	- 18	2.2			- 23	0.0	- 20	2.9
- 24	1.—	- 21	1.9	**1877**		- 24	0.0	- 21	2.10
- 25	1.7	- 22	1.7			- 25	1.1	- 22	3.7
- 26	1.6	- 23	1.8	I 3	0.0	- 26	1.5	- 23	4.10
- 27	1.7	- 24	1.6	- 4	1.1	- 27	1.8	- 24	3.13
- 28	1.5	- 25	1.7	- 5	1.3	- 28	2.12	- 25	2.14
- 29	2.4	- 26	1.1	- 10	4.14	III 1	2.13	- 26	3.16
- 30	1.3	- 27	1.2	- 11	4.17	- 2	2.10	- 27	2.4
- 31	2.10	- 29	1.1	- 13	2.8	- 3	3.14	- 28	3.6
IX 1	2.8	- 30	0.0	- 14	3.9	- 6	2.6	- 30	2.5
- 2	1.15	- 31	0.0	- 15	2.12	- 7	2.6	V 1	2.6

1877		1877		1877		1877		1877	
V 2	1.4	VI 16	0.0	VII 28	0.0	IX 13	2.7	XI 3	2.13
- 3	2.5	- 17	1.3	- 29	1.2	- 14	3.5	- 4	2.10
- 4	3.7	- 18	2.4	- 30	1.1	- 15	3.5	- 6	1.2
- 5	2.7	- 19	0.0	- 31	0.0	- 18	2.9	- 7	1.1
- 6	2.4	- 20	0.0	VIII 1	1.3	- 19	2.9	- 9	0.0
- 7	2.3	- 21	0.0	- 2	1.5	- 20	1.6	- 11	0.0
- 9	2.4	- 22	0.0	- 3	1.2	- 24	0.0	- 12	0.0
- 11	2.6	- 23	0.0	- 4	1.2	- 25	1.1	- 13	2.3
- 12	2.6	- 24	1.12	- 5	0.0	- 26	2.2	- 14	1.4
- 13	2.6	- 25	1.9	- 6	0.0	- 28	1.1	- 15	1.6
- 14	2.5	- 26	1.5	- 7	0.0	- 30	1.2	- 16	1.6
- 15	2.2	- 27	1.6	- 8	0.0	X 1	0.0	- 17	1.3
- 16	1.4	- 28	1.5	- 9	0.0	- 2	1.2	- 18	1.2
- 17	2.6	- 29	1.4	- 10	0.0	- 3	0.0	- 19	0.0
- 18	2.3	- 30	1.4	- 11	0.0	- 4	0.0	- 21	0.0
- 19	2.8	VII 1	2.6	- 12	0.0	- 5	0.0	- 22	1.1
- 20	2.3	- 2	1.3	- 13	0.0	- 6	0.0	- 23	2.9
- 21	2.7	- 3	2.10	- 14	0.0	- 7	0.0	- 25	1.7
- 22	1.19	- 4	1.4	- 15	0.0	- 8	0.0	- 28	1.7
- 23	1.20	- 5	1.6	- 16	0.0	- 9	0.0	- 30	1.7
- 24	1.8	- 6	2.4	- 17	0.0	- 10	0.0	XII 2	1.1
- 25	1.10	- 7	2.4	- 18	0.0	- 11	0.0	- 3	1.1
- 26	3.12	- 8	0.0	- 20	0.0	- 12	0.0	- 4	1.1
- 27	2.9	- 9	0.0	- 21	0.0	- 13	0.0	- 6	0.0
- 28	1.2	- 10	0.0	- 22	1.2	- 14	0.0	- 11	0.0
- 29	0.0	- 11	0.0	- 23	1.3	- 15	0.0	- 12	0.0
- 31	0.0	- 12	0.0	- 24	2.7	- 16	0.0	- 15	0.0
VI 1	0.0	- 13	0.0	- 25	1.4	- 17	0.0	- 16	1.1
- 2	0.0	- 14	0.0	- 26	1.6	- 18	0.0	- 17	0.0
- 3	1.2	- 15	0.0	- 27	1.5	- 19	0.0	- 18	0.0
- 4	2.4	- 16	0.0	- 28	2.6	- 20	0.0	- 19	1.1
- 5	1.4	- 17	1.3	- 29	1.2	- 22	1.1	- 20	1.1
- 6	2.8	- 18	1,2	- 30	1.2	- 23	1.1	- 21	1.1
- 7	2.4	- 19	1.1	- 31	1.4	- 24	0.0	- 22	1.1
- 8	1.8	- 20	0.0	IX 2	0.0	- 26	1.2	- 23	1.1
- 9	1.9	- 21	0.0	- 3	0.0	- 27	2.6	- 24	0.0
- 10	1.8	- 22	0.0	- 4	1.6	- 28	2.9	- 25	0.0
- 11	1.7	- 23	0.0	- 8	1.10	- 29	2.12	- 26	1.1
- 12	1.2	- 24	0.0	- 9	2.9	- 30	2.18	- 27	0.0
- 13	2.4	- 25	0.0	- 10	2.7	- 31	2.18	- 31	1.5
- 14	1.3	- 26	0.0	- 11	2.4	XI 1	2.19		
- 15	1.2	- 27	1.1	- 12	2.5	- 2	2.26		

Für das zweite Halbjahr liegen auch Flächenmessungen vor, welche Herr Ventosa mit einem Mikrometer gemacht hat. Ich verspare jedoch die Mittheilung und Discussion derselben, bis eine längere Reihe vorliegt.

368) Beobachtungen der Sonnenflecken in Athen. — Schriftliche Mittheilung von Herrn Director Jul. Schmidt. (Fortsetzung zu 347).

Es wurden von den Herren Schmidt und Würlisch folgende Zählungen erhalten:

1877			1877			1877			1877			1877		
I	1	0.0	II	10	1.1	III	21	1.4	IV	28	1.2	VI	5	1.5
-	3	0.0	-	11	1.1	-	22	1.2	-	29	1.4	-	6	1.4
-	4	1.1	-	12	1.1	-	23	0.0	-	30	1.2	-	7	1.3
-	5	1.2	-	13	1.1	-	24	0.0	V	1	0.0	-	8	1.4
-	6	1.9	-	14	1.1	-	25	0.0	-	2	1.2	-	9	1.4
-	7	1.8	-	15	1.1	-	26	0.0	-	3	1.3	-	10	1.4
-	8	1.5	-	16	1.1	-	27	0.0	-	4	2.7	-	11	1.4
-	9	1.4	-	17	1.1	-	28	0.0	-	5	1.2	-	12	1.3
-	10	3.9	-	18	0.0	-	29	0.0	-	6	2.3	-	13	1.1
-	11	4.14	-	19	0.0	-	30	0.0	-	7	2.2	-	14	0.0
-	12	1.5	-	21	0.0	-	31	0.0	-	8	1.1	-	15	0.0
-	13	2.5	-	22	0.0	IV	1	0.0	-	9	2.4	-	16	0.0
-	14	2.3	-	23	0.0	-	2	0.0	-	10	2.5	-	17	0.0
-	15	2.10	-	24	0.0	-	3	0.0	-	11	2.6	-	18	0.0
-	16	2.11	-	25	0.0	-	4	0.0	-	12	2.5	-	19	0.0
-	17	2.9	-	26	1.2	-	5	0.0	-	13	2.5	-	20	0.0
-	18	2.12	-	27	1.4	-	6	0.0	-	14	1.2	-	21	0.0
-	19	2.10	-	28	1.2	-	7	1.1	-	15	1.2	-	22	0.0
-	20	2.8	III	1	2.6	-	8	1.1	-	16	1.2	-	23	0.0
-	21	2.8	-	2	2.5	-	9	1.1	-	17	2.4	-	24	1.3
-	22	1.3	-	3	2.7	-	10	0.0	-	18	2.3	-	25	1.6
-	23	1.2	-	4	1.5	-	11	0.0	-	19	1.1	-	26	1.4
-	24	1.1	-	5	1.4	-	12	0.0	-	20	1.2	-	27	1.4
-	25	0.0	-	6	2.4	-	13	0.0	-	21	1.3	-	28	1.1
-	26	0.0	-	7	2.4	-	14	0.0	-	22	1.15	-	29	1.2
-	27	0.0	-	8	2.3	-	15	1.13	-	23	1.12	-	30	1.2
-	28	0.0	-	9	1.1	-	16	1.11	-	24	1.6	VII	1	0.0
-	29	0.0	-	10	0.0	-	17	1.8	-	25	1.7	-	2	1.4
-	30	0.0	-	11	0.0	-	18	1.8	-	26	1.5	-	3	1.5
-	31	0.0	-	12	0.0	-	19	1.6	-	27	2.4	-	4	1.3
II	1	1.1	-	13	0.0	-	20	1.3	-	28	0.0	-	5	1.3
-	3	0.0	-	14	0.0	-	21	1.7	-	29	0.0	-	6	1.2
-	4	0.0	-	15	0.0	-	22	1.6	-	30	0.0	-	7	0.0
-	5	0.0	-	16	0.0	-	23	2.10	-	31	0.0	-	8	0.0
-	6	0.0	-	17	1.1	-	24	2.7	VI	1	0.0	-	9	0.0
-	7	1.1	-	18	1.9	-	25	2.9	-	2	0.0	-	10	0.0
-	8	1.1	-	19	1.5	-	26	2.7	-	3	1.1	-	11	0.0
-	9	1.1	-	20	1.6	-	27	2.4	-	4	1.4	-	12	0.0

1877		1877		1877		1877		1877	
VII 13	0.0	VIII 16	0.0	IX 19	1.4	X 24	0.0	XI 30	1.5
- 14	0.0	- 17	0.0	- 20	1.4	- 25	0.0	XII 1	1.3
- 15	0.0	- 18	0.0	- 21	1.2	- 26	1.3	- 2	1.2
- 16	0.0	- 19	0.0	- 22	0.0	- 28	2.8	- 3	1.2
- 17	1.3	- 20	0.0	- 23	0.0	- 29	2.10	- 4	1.1
- 18	1.1	- 21	0.0	- 24	0.0	- 30	2.10	- 5	0.0
- 19	0.0	- 22	0.0	- 25	0.0	- 31	2.25	- 6	0.0
- 20	0.0	- 23	1.3	- 26	1.2	XI 1	2.14	- 7	0.0
- 21	0.0	- 24	1.3	- 27	1.1	- 2	2.11	- 8	0.0
- 22	0.0	- 25	1.2	- 29	0.0	- 3	2.8	- 9	0.0
- 23	0.0	- 26	1.2	- 30	0.0	- 4	2.9	- 10	0.0
- 24	0.0	- 27	1.3	X 1	0.0	- 5	1.4	- 11	0.0
- 25	0.0	- 28	1.2	- 2	0.0	- 6	1.3	- 12	0.0
- 26	0.0	- 29	1.1	- 3	0.0	- 7	1.1	- 13	0.0
- 27	0.0	- 30	1.1	- 4	0.0	- 8	0.0	- 14	0.0
- 28	0.0	- 31	1.1	- 5	0.0	- 9	0.0	- 15	0.0
- 29	0.0	IX 1	0.0	- 6	0.0	- 10	0.0	- 16	0.0
- 30	0.0	- 2	0.0	- 7	0.0	- 11	0.0	- 17	0.0
- 31	0.0	- 3	0.0	- 8	0.0	- 12	0.0	- 18	0.0
VIII 1	1.3	- 4	1.2	- 9	0.0	- 13	0.0	- 19	0.0
- 2	1.3	- 5	1.5	- 10	0.0	- 14	1.4	- 21	0.0
- 3	1.1	- 6	1.10	- 11	0.0	- 15	1.3	- 22	0.0
- 4	0.0	- 7	1.8	- 12	0.0	- 16	1.6	- 23	0.0
- 5	0.0	- 8	1.5	- 13	0.0	- 18	0.0	- 24	0.0
- 6	0.0	- 9	1.7	- 14	0.0	- 19	0.0	- 25	0.0
- 7	0.0	- 10	1.6	- 15	0.0	- 21	0.0	- 26	0.0
- 8	0.0	- 11	1.3	- 16	0.0	- 22	1.1	- 28	0.0
- 9	0.0	- 12	2.4	- 17	0.0	- 23	1.5	- 29	0.0
- 10	0.0	- 13	2.3	- 18	0.0	- 24	1.8	- 30	0.0
- 11	0.0	- 14	2.3	- 19	0.0	- 25	1.9	- 31	0.0
- 12	0.0	- 15	2.3	- 20	0.0	- 26	1.9		
- 13	0.0	- 16	2.3	- 21	0.0	- 27	1.7		
- 14	0.0	- 17	2.2	- 22	0.0	- 28	1.4		
- 15	0.0	- 18	1.2	- 23	0.0	- 29	1.3		

369) Beobachtungen der Sonnenflecken in Moncalieri. — Schriftliche Mittheilung von Herrn P. Denza. (Fortsetzung zu Nr. 348).

Es wurden folgende Zählungen erhalten:

1877		1877		1877		1877		1877	
I 12	1.5	I 17	2.11	I 21	2.13	I 26	1.1	I 30	0.0
- 13	2.9	- 18	2.13	- 22	1.9	- 27	0.0	- 31	0.0
- 14	2.10	- 19	2.16	- 23	1.7	- 28	0.0	II 1	1.1
- 16	2.10	- 20	2.13	- 24	1.5	- 29	0.0	- 2	1.2

368) Beobachtungen der Sonnenflecken in Athen. — Schriftliche Mittheilung von Herrn Director Jul. Schmidt. (Fortsetzung zu 347).

Es wurden von den Herren Schmidt und Würlisch folgende Zählungen erhalten:

1877			1877			1877			1877			1877		
I	1	0.0	II	10	1.1	III	21	1.4	IV	28	1.2	VI	5	1.5
-	3	0.0	-	11	1.1	-	22	1.2	-	29	1.4	-	6	1.4
-	4	1.1	-	12	1.1	-	23	0.0	-	30	1.2	-	7	1.3
-	5	1.2	-	13	1.1	-	24	0.0	V	1	0.0	-	8	1.4
-	6	1.9	-	14	1.1	-	25	0.0	-	2	1.2	-	9	1.4
-	7	1.8	-	15	1.1	-	26	0.0	-	3	1.3	-	10	1.4
-	8	1.5	-	16	1.1	-	27	0.0	-	4	2.7	-	11	1.4
-	9	1.4	-	17	1.1	-	28	0.0	-	5	1.2	-	12	1.3
-	10	3.9	-	18	0.0	-	29	0.0	-	6	2.3	-	13	1.1
-	11	4.14	-	19	0.0	-	30	0.0	-	7	2.2	-	14	0.0
-	12	1.5	-	21	0.0	-	31	0.0	-	8	1.1	-	15	0.0
-	13	2.5	-	22	0.0	IV	1	0.0	-	9	2.4	-	16	0.0
-	14	2.3	-	23	0.0	-	2	0.0	-	10	2.5	-	17	0.0
-	15	2.10	-	24	0.0	-	3	0.0	-	11	2.6	-	18	0.0
-	16	2.11	-	25	0.0	-	4	0.0	-	12	2.5	-	19	0.0
-	17	2.9	-	26	1.2	-	5	0.0	-	13	2.5	-	20	0.0
-	18	2.12	-	27	1.4	-	6	0.0	-	14	1.2	-	21	0.0
-	19	2.10	-	28	1.2	-	7	1.1	-	15	1.2	-	22	0.0
-	20	2.8	III	1	2.6	-	8	1.1	-	16	1.2	-	23	0.0
-	21	2.8	-	2	2.5	-	9	1.1	-	17	2.4	-	24	1.3
-	22	1.3	-	3	2.7	-	10	0.0	-	18	2.3	-	25	1.6
-	23	1.2	-	4	1.5	-	11	0.0	-	19	1.1	-	26	1.4
-	24	1.1	-	5	1.4	-	12	0.0	-	20	1.2	-	27	1.4
-	25	0.0	-	6	2.4	-	13	0.0	-	21	1.3	-	28	1.1
-	26	0.0	-	7	2.4	-	14	0.0	-	22	1.15	-	29	1.2
-	27	0.0	-	8	2.3	-	15	1.13	-	23	1.12	-	30	1.2
-	28	0.0	-	9	1.1	-	16	1.11	-	24	1.6	VII	1	0.0
-	29	0.0	-	10	0.0	-	17	1.8	-	25	1.7	-	2	1.4
-	30	0.0	-	11	0.0	-	18	1.8	-	26	1.5	-	3	1.5
-	31	0.0	-	12	0.0	-	19	1.6	-	27	2.4	-	4	1.3
II	1	1.1	-	13	0.0	-	20	1.3	-	28	0.0	-	5	1.3
-	3	0.0	-	14	0.0	-	21	1.7	-	29	0.0	-	6	1.2
-	4	0.0	-	15	0.0	-	22	1.6	-	30	0.0	-	7	0.0
-	5	0.0	-	16	0.0	-	23	2.10	-	31	0.0	-	8	0.0
-	6	0.0	-	17	1.1	-	24	2.7	VI	1	0.0	-	9	0.0
-	7	1.1	-	18	1.9	-	25	2.9	-	2	0.0	-	10	0.0
-	8	1.1	-	19	1.5	-	26	2.7	-	3	1.1	-	11	0.0
-	9	1.1	-	20	1.6	-	27	2.4	-	4	1.4	-	12	0.0

1877		1877		1877		1877		1877	
VII	13 0.0	VIII	16 0.0	IX	19 1.4	X	24 0.0	XI	30 1.5
-	14 0.0	-	17 0.0	-	20 1.4	-	25 0.0	XII	1 1.3
-	15 0.0	-	18 0.0	-	21 1.2	-	26 1.3	-	2 1.2
-	16 0.0	-	19 0.0	-	22 0.0	-	28 2.8	-	3 1.2
-	17 1.3	-	20 0.0	-	23 0.0	-	29 2.10	-	4 1.1
-	18 1.1	-	21 0.0	-	24 0.0	-	30 2.10	-	5 0.0
-	19 0.0	-	22 0.0	-	25 0.0	-	31 2.25	-	6 0.0
-	20 0.0	-	23 1.3	-	26 1.2	XI	1 2.14	-	7 0.0
-	21 0.0	-	24 1.3	-	27 1.1	-	2 2.11	-	8 0.0
-	22 0.0	-	25 1.2	-	29 0.0	-	3 2.8	-	9 0.0
-	23 0.0	-	26 1.2	-	30 0.0	-	4 2.9	-	10 0.0
-	24 0.0	-	27 1.3	X	1 0.0	-	5 1.4	-	11 0.0
-	25 0.0	-	28 1.2	-	2 0.0	-	6 1.3	-	12 0.0
-	26 0.0	-	29 1.1	-	3 0.0	-	7 1.1	-	13 0.0
-	27 0.0	-	30 1.1	-	4 0.0	-	8 0.0	-	14 0.0
-	28 0.0	-	31 1.1	-	5 0.0	-	9 0.0	-	15 0.0
-	29 0.0	IX	1 0.0	-	6 0.0	-	10 0.0	-	16 0.0
-	30 0.0	-	2 0.0	-	7 0.0	-	11 0.0	-	17 0.0
-	31 0.0	-	3 0.0	-	8 0.0	-	12 0.0	-	18 0.0
VIII	1 1.3	-	4 1.2	-	9 0.0	-	13 0.0	-	19 0.0
-	2 1.3	-	5 1.5	-	10 0.0	-	14 1.4	-	21 0.0
-	3 1.1	-	6 1.10	-	11 0.0	-	15 1.3	-	22 0.0
-	4 0.0	-	7 1.8	-	12 0.0	-	16 1.6	-	23 0.0
-	5 0.0	-	8 1.5	-	13 0.0	-	18 0.0	-	24 0.0
-	6 0.0	-	9 1.7	-	14 0.0	-	19 0.0	-	25 0.0
-	7 0.0	-	10 1.6	-	15 0.0	-	21 0.0	-	26 0.0
-	8 0.0	-	11 1.3	-	16 0.0	-	22 1.1	-	28 0.0
-	9 0.0	-	12 2.4	-	17 0.0	-	23 1.5	-	29 0.0
-	10 0.0	-	13 2.3	-	18 0.0	-	24 1.8	-	30 0.0
-	11 0.0	-	14 2.3	-	19 0.0	-	25 1.9	-	31 0.0
-	12 0.0	-	15 2.3	-	20 0.0	-	26 1.9		
-	13 0.0	-	16 2.3	-	21 0.0	-	27 1.7		
-	14 0.0	-	17 2.2	-	22 0.0	-	28 1.4		
-	15 0.0	-	18 1.2	-	23 0.0	-	29 1.3		

369) Beobachtungen der Sonnenflecken in Moncalieri. — Schriftliche Mittheilung von Herrn P. Denza. (Fortsetzung zu Nr. 348).

Es wurden folgende Zählungen erhalten:

1877		1877		1877		1877		1877	
I	12 1.5	I	17 2.11	I	21 2.13	I	26 1.1	I	30 0.0
-	13 2.9	-	18 2.13	-	22 1.9	-	27 0.0	-	31 0.0
-	14 2.10	-	19 2.16	-	23 1.7	-	28 0.0	II	1 1.1
-	16 2.10	-	20 2.13	-	24 1.5	-	29 0.0	-	2 1.2

1877		1877		1877		1877		1877	
II 3	0.0	IV 15	1.12	VI 26	1.3	VIII 19	0.0	X 25	0.0
- 4	0.0	- 20	2.12	- 27	1.4	- 24	1.7	- 28	2.7
- 5	0.0	- 21	1.6	- 28	1.3	- 25	1.6	- 29	2.17
- 6	1.1	- 22	2.8	- 29	1.3	- 27	1.3	- 30	2.15
- 7	1.1	- 24	2.9	- 30	1.2	- 28	1.3	XI 1	2.17
- 8	1.1	- 25	2.8	VII 2	1.4	- 29	1.2	- 2	2.18
- 9	1.1	- 26	2.6	- 6	1.2	IX 1	0.0	- 4	2.13
- 11	1.1	- 27	2.5	- 7	0.0	- 2	0.0	- 5	2.7
- 14	1.2	- 29	1.6	- 8	0.0	- 3	0.0	- 6	1.4
- 15	1.2	- 30	0.0	- 9	0.0	- 4	1.3	- 7	1.1
- 18	0.0	V 1	1.5	- 10	0.0	- 5	1.6	- 9	0.0
- 21	0.0	- 2	1.3	- 11	0.0	- 6	1.5	- 16	1.6
- 22	0.0	- 9	2.4	- 16	0.0	- 9	1.5	- 23	1.3
- 23	0.0	- 10	2.6	- 17	0.0	- 10	1.6	- 25	1.8
- 24	0.0	- 13	2.4	- 18	1.1	- 13	2.7	- 26	1.9
- 26	1.1	- 15	1.3	- 19	0.0	- 14	2.6	XII 1	1.4
- 27	1.4	- 16	1.3	- 20	0.0	- 15	1.3	- 5	0.0
- 28	1.3	- 18	2.3	- 21	0.0	- 18	1.2	- 7	0.0
III 1	2.6	- 19	1.1	- 22	0.0	- 20	0.0	- 8	0.0
- 2	2.5	- 21	1.6	- 23	0.0	- 21	0.0	- 9	0.0
- 3	2.4	- 22	1.14	- 25	0.0	- 23	0.0	- 11	0.0
- 7	2.5	- 23	1.15	- 26	0.0	- 25	1.1	- 12	0.0
- 9	1.3	- 25	1.5	- 27	0.0	- 27	1.1	- 13	0.0
- 10	1.1	- 26	2.12	- 28	0.0	- 28	1.1	- 14	0.0
- 12	0.0	- 27	2.7	- 29	0.0	- 29	0.0	- 15	0.0
- 14	0.0	VI 1	1.1	- 30	0.0	- 30	0.0	- 16	0.0
- 15	0.0	- 2	1.5	- 31	1.3	X 1	0.0	- 17	0.0
- 21	1.5	- 5	1.8	VIII 1	1.3	- 2	0.0	- 18	0.0
- 23	0.0	- 6	1.5	- 2	1.3	- 6	0.0	- 19	0.0
- 24	0.0	- 7	1.3	- 3	0.0	- 8	0.0	- 20	0.0
- 29	0.0	- 9	1.8	- 4	0.0	- 9	0.0	- 21	0.0
- 30	0.0	- 10	1.10	- 5	0.0	- 10	0.0	- 22	0.0
- 31	0.0	- 12	1.5	- 6	0.0	- 11	0.0	- 23	0.0
IV 1	0.0	- 13	1.2	- 7	0.0	- 12	0.0	- 24	0.0
- 3	0.0	- 14	1.1	- 8	0.0	- 13	0.0	- 25	0.0
- 5	0.0	- 17	0.0	- 9	0.0	- 14	0.0	- 26	0.0
- 6	1.1	- 19	0.0	- 11	0.0	- 15	0.0	- 27	0.0
- 7	1.1	- 20	0.0	- 12	0.0	- 16	0.0	- 28	0.0
- 8	1.1	- 21	0.0	- 15	0.0	- 17	0.0	- 29	0.0
- 12	0.0	- 22	0.0	- 16	0.0	- 18	0.0	- 30	0.0
- 13	0.0	- 23	0.0	- 17	0.0	- 19	0.0	- 31	0.0
- 14	0.0	- 25	1.5	- 18	0.0	- 20	0.0		

370) Beobachtungen der magnetischen Declinations-Variationen zu Montsouris bei Paris A. 1877. (Fortsetzung zu 361).

Nach den Comptes rendus wurden folgende mittlere monatliche Bestimmungen erhalten:

1877	Max.	3^h	21^h	Min.	Var.
Januar	17° 16′,1	15′,0	10′,7	10′,2	5′,10
Februar	16,7	15,3	10,6	9,9	5,75
März	18,2	17,0	9,8	8,8	8,30
April	16,9	15,8	8,0	6,4	9,15
Mai	15,8	15,4	7,9	5,5	8,90
Juni	15,8	15,8	7,1	4,0	10,25
Juli	15,8	15,8	6,6	4,4	10,30
August	15,4	14,1	6,6	3,8	9,55
September	14,5	12,5	6,7	5,0	7,65
October	12,6	11,1	5,1	5,1	6,75
November	10,5	7,9	5.5	4,9	4.00
December	8,7	7,2	5,6	4,5	2,90
Mittel					7,38

wo die Variation von mir nach der in 361 aufgestellten Formel

$$v = \frac{1}{2} (\text{Max.} + 3^h - 21^h - \text{Min.})$$

berechnet worden ist.

371) Ueber die Beziehungen der Sonnenfleckenperiode zu meteorologischen Erscheinungen. Von Dr. F. G. Hahn. Leipzig 1877 in 8°.

Die vorstehende Arbeit ist in jeder Beziehung so tüchtig, werthvoll und zeitgemäss, dass ich nicht umhin kann sie in meiner Sonnenfleckenliteratur wenigstens dem Titel nach anzuführen, obschon ich mir immer mehr und mehr vornehme, mich für Letztere auf Mittheilung von Beobachtungen zu beschränken, da die gegenwärtig immer grösser werdende Ausdehnung der die Erscheinungen auf der Sonne und ihr Verhältniss zu andern Natur-Vorgängen besprechenden Schriften mir ohnehin nicht mehr erlaubt in dem mir zugewiesenen engen Raume Vollständigkeit anzustreben. — Im Anschlusse an diese kurze Anzeige mag eine bezügliche, schriftliche Mittheilung folgen, welche ich von meinem l. Collegen und Mit-

arbeiter, Herrn Professor Fritz, erhalten habe; derselbe schreibt: „In seiner Schrift gibt Dr. Hahn eine Zusammenstellung der Jahre, in welchen die Wanderheuschrecke zwischen 1800 und 1862 sich verheerend über Europa verbreitete, woraus ihm hervorzugehen scheint, dass die Heuschrecken in der Nähe des Sonnenflecken-Minimums auftreten und erst um das kommende Maximum wieder auf einige Jahre verschwinden. — Eine nicht uninteressante Ergänzung zu der von Hahn gegebenen Zusammenstellung findet sich in einem Artikel: Die Heuschrecken, von C. V. Riley, Staats-Entomolog von Missouri, in dem 29. Jahresbericht der Staats-Akerbau-Behörde von Ohio. — Nach Pater Michael Barco waren in Californien und an den Küsten des stillen Oceans **1722, 1746, 1747, 1748, 1749, 1753, 1754** und **1765** Heuschreckenjahre. **1827, 1828** und **1834** vernichteten die Heuschrecken alle Ernten in den Rancheros und Missionen und 1838 und 1848 richteten sie in Ober-Californieu grossen Schaden an. — Die Felsgebirgspezies (Rocky-Mountain Locust) erschien 1818 und 1819 in Minnesota und im Red-River-Lande von Manitoba, ungeheuren Schaden anrichtend; **1820** in Kansas und dem nordwestlich davon liegenden Lande, **1845** und **1849** in Texas. **1855** war die Verbreitung die grösste bekannt gewordene; sie umfasste die Territorien Washington, Oregon, bis zum östlichen Fusse der Sierra Nevada, Utah, Neu-Mexico, die Grasprärien östlich der Felsgebirge, die trockenen Gebirgsthäler von Mexico, die Länder von Unter-Californien und Central-Amerika, sowie einen Theil von Texas. In Kansas, Nebrasca und Minnesota veranlassten sie viel Elend. Der Sommer 1855 war gleich dem von 1874 ungemein trocken — der trockenste, welchen man seit **10** (zehn) Jahren erfahren hatte. **1856** litt ein Theil von Utah, Californien, Texas, aber weniger als im Jahr vorher; dagegen scheinen sie in diesem Jahre in Minnesota und im westlichen und nordwestlichen Jowa mehr verheert zu haben, als im Jahre vorher. **1857** litt der Nordwesten der Union und die Umgegend der Assiniboine-Ansiedlung in Manitoba; die ganze Ernte einer Gegend am Fusse des dritten Plateaus bis zum Golfe von Mexico (12,000 engl. Quadratm.) wurde vernichtet und in dem ganzen Thale des Guadeloupe

und in dem grössten Theile des Gebietes der Flüsse Colorado und San Antonio wurden alle angebauten Gewächse verzehrt; im Nordwesten ist die Ausdehnung unbekannt geblieben, im Osten reichte sie bis Central-Jowa. In Missouri wurde ein Theil von Wright County sehr geschädigt. 1860 richteten die Heuschrecken nur lokal in der Gegend von Topeka grossen Schaden an. **1864** wurden Manitoba, Minnesota, und Umgegend von Sioux-City, Jowa, Colorado arg verheert, worauf die Nachkömmlinge im Jahre **1865** nochmals in den gleichen Gegenden grossen Schaden verursachten. **1866** erschienen sie wieder ähnlich wie 1855, in den Gebieten von Kansas, Nebraska, im nordöstlichen Texas, in den westlichen Counties von Missouri. Ihre Nachkommen schädigten die Gegenden im Jahre **1867** wieder. Zu diesen gesellten sich dann später noch neue Schwärme aus dem Felsgebirge, welche im Mississippi-Thale, namentlich aber in Utah arg hausten. **1868** und **1869** nahmen die Reste jener Schwärme rasch ab, so dass **1870** kaum noch Spuren vorhanden waren. **1873** und **1874** wiederholten sich die Züge von 1866 und 1867. **1873** wurden verheert: nördlicher Theil Colorados, südlicher Theil von Wyoming, Nebraska, Dakota, bis zu den südlichen Counties von Minnesota und den westlichen von Jowa; ferner das südliche Californien. **1874** wurden verheert: Colorado, Nebraska, Kansas, Theile von Wyoming, Dakota, Minnesota, Jowa, Missouri, New-Mexico, Indianergebiet und Montana. Der Schaden wurde auf etwa 50 Mill. Dollars geschätzt. In Missouri war in diesem Jahre lang anhaltende Dürre. — In den Atlantischen Staaten (New-Hampshire, Massachusetts, Vermont Maine u. s. w.) trat die Wanderheuschrecke verheerend auf: **1743**, 1749, **1754**, **1756**, **1797**, **1798**, **1874**. — Die nicht wandernden Heuschrecken verursachten Schaden **1868** im Mississippi-Thale und in den Oststaaten; **1869** im Mississippi-Thale, Umgegend von St. Louis, Illinois, Missouri, Jowa und theilweise in Kenntucky, 1871 in den Oststaaten. In Nord-Afrika traten die Wanderheuschrecken 1866 und 1874 in sehr grossen Massen auf. 1873 wurde Cordoba, argentinische Republik, verwüstet. — Diesen Riley entnommenen Notizen, können noch beigefügt werden: a) Nach A. Pilgram (Untersuchungen über das Wahrschein-

liche der Wetterkunde. Wien 1788, 4°): **1613** Heuschreckenzüge in Deutschland, England, Polen und Frankreich, **1648** in Ungarn, Deutschland und Italien, **1655** in Italien, **1690** in Polen, Volhynien, Ungarn, 1709 Bessarabien, 1720 im Venetianischen, 1730 in Brandenburg und andern Theilen Europas, **1747** Wallachei und Siebenbürgen, **1748** verschiedene Theile Europas, **1774** Kirchenstaat und Ungarn, 1778 Gegend von Smyrna, Siebenbürgen und Astrachan, 1779 Algier, 1780 Moldau und Ukraine, 1781 Wallachei, Siebenbürgen, Syrmien, 1782 Syrmien, Ungarn, Steiermark, **1783** Ungarn, **1784** Ungarn, Rom, Slavonien. — b) Verschiedenen Quellen entnommen: **1730—1732** Verheerung durch Heuschrecken in der Umgebung von Frankfurt a. d. Oder, 1738 Oberschlesien, **1760** Umgebung von Frankfurt a. d. Oder, **1846** Gegend von Breslau, **1859** Hinterpommern, **1875** im Teltower Kreise, **1877** in der Gegend von Berlin und **1874** bis **1877** Heuschreckenperiode in Santa Fé, Provinz Buenos Aires. — Die mit fetten Ziffern gedruckten Jahrgänge entsprechen dem von Hahn angegebenen Gesetze und namentlich ist dies der Fall bei den grössern und durch grosse Gebiete umfassenden Heuschreckenverheerungen in der alten, wie in der neuen Welt."

372) Friedrich Weber in Peckeloh, Sonnenfleckenbeobachtungen im Jahre 1877. (Forts. zu Nr. 346).

Herr Weber hat, theils nach directer Mittheilung an mich, theils nach der Wochenschrift für Astronomie, folgende Zählungen erhalten:

1877			1877			1877			1877			1877		
I	1	0.0	I	17	2.41	II	2	0.0	II	17	0.0	III	1	2.35
-	2	0.0	-	18	2.51	-	3	0.0	-	18	0.0	-	2	2.30
-	3	0.0	-	21	2.30	-	4	0.0	-	19	0.0	-	7	2.18
-	4	0.0	-	22	2.25	-	5	0.0	-	20	0.0	-	8	2.9
-	5	2.6	-	24	1.5	-	6	0.0	-	21	0.0	-	10	1.8
-	6	1.19	-	26	0.0	-	8	1.2	-	22	0.0	-	11	1.3
-	7	1.12	-	27	0.0	-	9	1.2	-	23	0.0	-	12	0.0
-	8	1.9	-	28	0.0	-	10	1.3	-	24	0.0	-	13	0.0
-	9	1.5	-	29	0.0	-	13	1.4	-	25	0.0	-	14	0.0
-	14	2.26	-	30	0.0	-	14	1.4	-	26	0.0	-	15	0.0
-	15	2.39	-	31	0.0	-	15	1.3	-	27	1.13	-	16	0.0
-	16	2.34	II	1	0.0	-	16	1.3	-	28	1.4	-	17	1.7

1877			1877			1877			1877			1877		
III	18	1.14	V	8	2.5	VI	25	1.17	VIII	11	0.0	IX	28	1.1
-	19	1.19	-	9	2.7	-	26	1.7	-	12	0.0	-	29	1.1
-	21	1.5	-	10	2.16	-	27	0.0	-	13	0.0	-	30	0.0
-	22	1.3	-	11	2.20	-	28	0.0	-	14	0.0	X	1	0.0
-	23	0.0	-	12	2.21	-	30	1.5	-	15	0.0	-	2	0.0
-	24	0.0	-	13	2.16	VII	1	2.5	-	16	0.0	-	3	0.0
-	25	0.0	-	14	2.9	-	2	1.8	-	17	0.0	-	4	0.0
-	26	0.0	-	15	1.8	-	3	1.12	-	18	0.0	-	5	0.0
-	27	0.0	-	16	2.6	-	4	1.12	-	19	0.0	-	6	0.0
-	28	0.0	-	17	3.10	-	5	1.9	-	20	0.0	-	7	0.0
-	29	0.0	-	18	1.4	-	6	0.0	-	21	0.0	-	8	0.0
-	30	0.0	-	19	1.3	-	7	0.0	-	22	0.0	-	9	0.0
-	31	0.0	-	20	1.5	-	8	0.0	-	23	1.5	-	10	0.0
IV	1	0.0	-	22	1.35	-	9	0.0	-	24	1.11	-	11	0.0
-	2	0.0	-	23	1.35	-	10	0.0	-	25	1.10	-	12	0.0
-	3	0.0	-	24	1.31	-	11	0.0	-	26	1.10	-	13	0.0
-	4	0.0	-	25	1.23	-	12	0.0	-	28	1.7	-	14	0.0
-	5	0.0	-	26	1.10	-	13	0.0	-	29	1.4	-	15	0.0
-	6	1.2	-	27	2.8	-	14	0.0	-	30	1.5	-	16	0.0
-	8	1.1	-	28	0.0	-	15	0.0	-	31	1.3	-	17	0.0
-	9	1.2	-	29	0.0	-	16	0.0	IX	1	1.1	-	18	0.0
-	10	0.0	-	30	0.0	-	17	1.3	-	2	0.0	-	19	0.0
-	11	0.0	-	31	0.0	-	18	1.5	-	3	0.0	-	20	0.0
-	12	0.0	VI	1	0.0	-	19	1.1	-	4	1.7	-	21	0.0
-	13	0.0	-	2	0.0	-	20	0.0	-	5	1.17	-	22	0.0
-	14	0.0	-	3	1.5	-	21	0.0	-	6	1.16	-	23	0.0
-	15	1.21	-	4	1.15	-	22	0.0	-	8	1.13	-	24	0.0
-	16	1.41	-	5	1.17	-	23	0.0	-	9	1.11	-	25	0.0
-	17	1.30	-	7	1.10	-	24	0.0	-	10	2.8	-	26	0.0
-	18	1.20	-	8	1.25	-	25	0.0	-	11	2.9	-	27	1.37
-	19	1.12	-	9	1.22	-	26	0.0	-	12	2.9	-	28	1.40
-	20	3.15	-	10	1.25	-	27	0.0	-	13	2.8	-	29	2.52
-	21	1.16	-	11	1.19	-	28	0.0	-	14	2.7	-	30	2.53
-	23	1.12	-	12	1.10	-	29	0.0	-	15	1.2	-	31	2.51
-	24	1.16	-	13	1.3	-	30	0.0	-	16	1.4	XI	1	2.53
-	27	2.10	-	14	1.1	-	31	0.0	-	17	1.3	-	2	2.56
-	28	1.5	-	15	0.0	VIII	1	1.7	-	18	1.2	-	3	2.47
-	29	1.6	-	16	0.0	-	2	1.5	-	19	0.0	-	4	2.39
-	30	1.7	-	17	0.0	-	3	1.3	-	20	0.0	-	5	2.30
V	1	0.0	-	18	0.0	-	4	0.0	-	21	0.0	-	7	1.1
-	2	1.12	-	19	0.0	-	5	0.0	-	22	0.0	-	8	0.0
-	3	1.6	-	20	0.0	-	6	0.0	-	23	0.0	-	9	0.0
-	4	2.16	-	21	0.0	-	7	0.0	-	24	0.0	-	10	0.0
-	5	1.5	-	22	0.0	-	8	0.0	-	25	1.1	-	11	0.0
-	6	2.4	-	23	0.0	-	9	0.0	-	26	1.2	-	12	0.0
-	7	2.4	-	24	1.10	-	10	0.0	-	27	1.2	-	13	0.0

1877			1877			1877			1877			1877		
X	15	1.13	XI	28	1.27	XII	8	0.0	XII	19	0.0	XII	27	0.0
-	16	1.12	-	29	1.21	-	10	0.0	-	20	1.1	-	28	0.0
-	20	0.0	-	30	1.17	-	11	0.0	-	21	1.1	-	29	0.0
-	21	0.0	XII	1	1.15	-	12	0.0	-	22	0.0	-	31	0.0
-	22	1.5	-	2	1.9	-	13	0.0	-	23	0.0			
-	24	1.35	-	4	1.1	-	14	0.0	-	24	0.0			
-	25	1.34	-	6	0.0	-	15	0.0	-	25	0.0			
-	26	1.40	-	7	0.0	-	18	0.0	-	26	0.0			

373) Memorie della società degli spettroscopisti italiani raccolte e pubblicate per cura del Prof. P. Tacchini. (Fortsetzung zu Nr. 362).

Die Herren Prof. Tacchini und G. De Lisa haben in Palermo im Anschlusse an die frühere Serie folgende Beobachtungen erhalten:

1877			1877			1877			1877			1877		
I	1	0.0	IV	4	0.0	V	18	2.4	VI	25	1.11	VIII	7	0.0
-	8	1.14	-	5	0.0	-	19	2.8	-	26	2.10	-	8	0.0
-	9	5.24	-	6	1.2	-	20	1.4	-	27	1.8	-	9	0.0
-	10	5.23	-	7	1.2	-	25	1.10	-	28	1.5	-	10	0.0
-	11	5.29	-	9	1.2	-	29	0.0	-	29	1.7	-	11	0.0
-	13	3.15	-	12	1.2	-	31	0.0	-	30	1.8	-	12	0.0
II	8	1.2	-	13	1.4	VI	1	0.0	VII	1	2.11	-	13	0.0
-	10	1.2	-	14	0.0	-	2	1.2	-	2	1.6	-	14	0.0
-	15	1.3	-	15	1.18	-	4	2.5	-	3	2.15	-	15	0.0
-	16	2.6	-	16	1.14	-	5	1.6	-	4	1.9	-	16	0.0
-	19	0.0	-	22	2.16	-	6	2.15	-	5	1.7	-	17	0.0
-	26	1.6	-	23	3.17	-	7	1.6	-	6	2.8	-	18	0.0
III	7	3.14	-	24	2.19	-	8	1.13	-	7	2.4	-	19	0.0
-	15	1.1	-	25	2.11	-	9	1.12	-	8	0.0	-	20	0.0
-	16	0.0	-	27	2.17	-	10	1.11	-	10	0.0	-	21	0.0
-	21	1.7	-	28	2.6	-	11	1.11	-	12	0.0	-	22	1.3
-	22	1.2	-	29	3.10	-	12	1.2	-	13	0.0	-	23	1.4
-	23	0.0	-	30	3.7	-	13	2.4	-	19	1.2	-	24	2.6
-	25	0.0	V	2	1.4	-	14	1.2	-	20	0.0	-	25	1.2
-	27	0.0	-	3	1.8	-	15	1.2	-	21	0.0	-	27	1.8
-	28	0.0	-	5	2.11	-	16	0.0	-	23	0.0	-	28	1.12
-	29	0.0	-	7	2.4	-	17	1.3	-	28	0.0	-	29	1.4
-	30	0.0	-	11	2.16	-	20	0.0	-	31	0.0	-	30	1.5
-	31	0.0	-	14	2.9	-	21	0.0	VIII	1	2.6	-	31	1.4
IV	1	0.0	-	15	2.3	-	22	0.0	-	2	3.6	IX	1	1.1
-	2	0.0	-	16	1.5	-	23	0.0	-	4	0.0	-	2	0.0
-	3	0.0	-	17	2.5	-	24	1.13	-	6	0.0	-	3	0.0

1877		1877		1877		1877		1877	
IX 4	1.5	IX 16	2.6	X 11	0.0	XI 5	2.11	XII 13	0.0
- 5	1.11	- 21	1.6	- 12	0.0	- 6	1.2	- 20	1.2
- 6	1.17	- 23	0.0	- 14	0.0	- 7	1.2	- 22	1.2
- 7	1.13	- 24	0.0	- 16	0.0	- 8	0.0	- 24	0.0
- 8	1.10	- 29	1.3	- 19	0.0	- 9	0.0	- 26	0.0
- 9	1.8	- 30	1.3	- 23	0.0	- 10	0.0	- 27	0.0
- 12	1.2	X 2	0.0	- 24	0.0	- 24	2.8	- 29	0.0
- 14	2.6	- 3	0.0	XI 1	2.19	- 27	1.11	- 30	1.1
- 15	3.5	- 10	0.0	- 3	2.23	- 29	1.4	- 31	1.3

374) Aus einem Schreiben von Herrn Director C. Hornstein, datirt Prag den 22. Jänner 1878.

Für die freundliche Uebersendung Ihrer neuesten interessanten Abhandlung: „Mémoire sur la période commune à la fréquence des tâches solaires et à la variation de la déclinaison magnétique (Memoirs of the roy. Astromical society Vol. 43)“ spreche ich hiemit meinen verbindlichsten Dank aus. Die Uebereinstimmung im Gange beider Erscheinungen, selbst bis ins Detail, ist in der That höchst bemerkenswerth. Die Declinations-Variationen, ohne Hinzuziehung der Relativzahlen für die Sonnenflecken, würden für sich allein ohne Zweifel genau auf dieselbe mittlere Dauer einer Periode $T = 11{,}111$ Jahre führen. — Ich übersende Ihnen noch die Werthe, welche wir für die fragliche Variation der Declination im Jahre 1877 für Prag erhalten haben:

1877	Januar	3′,61	1877	Juli	8′,84
	Februar	4 ,02		August	8 ,40
	März	5 ,61		September	5 ,90
	April	6 ,52		October	4 ,54
	Mai	7 ,40		November	2 ,56
	Juni	9 ,14		Dezember	2 ,65

Jahr . . . . 5 ,77

An das Jahresmittel ist die Correction + 0′,18 anzubringen, wegen der seit 1870 fehlenden Beobachtungsstunde 20^h. Daher ist die tägliche Variation der Declination für 1877

$$V = 5',95$$

Zur Geologie des mittleren Ligurien etc.

von

Prof. **Karl Mayer.**

Herr Prof. Dr. Karl Mayer weist seine geologische Karte eines Theiles Liguriens, des Tortonesischen und des hohen Monferrat vor und spricht über den geologischen Bau jener Gegenden. Die vorliegende, für die italienische Abtheilung der pariser Weltausstellung bestimmte Karte besteht aus den Blättern Genua, Roccaverano, Acqui und Novi der italienischen Generalstabskarte im Fünfzigtausendstel. Ihre geologische Begehung wurde mit den Herbstferien 1865 begonnen und 1877 beendigt. Zu diesem Unternehmen aber wurde der Vortragende durch den Umstand veranlasst, dass die betreffenden Gegenden, wie keine andern in Europa, den grössern Theil der Tertiärformation, vollständig, regelmässig und mächtig entwickelt, darbieten, da dieser Umstand ihm, wie bei der Feststellung seiner neuen, detaillirten Klassification der Tertiärgebilde, so bei deren Rechtfertigung ganz besonders zu statten kam.

Der Vortragende vertheidigt bei diesem Anlasse seine Klassifications-Terminologie. Nachdem er, wie übrigens immer mehr Geologen (so in neuerer Zeit endlich auch Hébert, in Paris) sich zur d'Orbigny'schen Systematik, mit

ihren geographischen Namen und gleichmässigen Endungen in ien (lateinisch ianum, englisch ian, italienisch iano) bekehrt, suchte er diese Stufennamen ebenfalls systematisch zu verdeutschen, schon um der bei vielen deutschen Geologen, aus Widerwillen gegen die französischen Ausdrücke, im Brauche stehenden Abkürzung jener Namen (Sinemür statt Sinémurien, Neocom statt Néocomien), welche ja doch nicht consequent durchzuführen ist (Bajocien, Aptien, Parisien), auszuweichen, vornehmlich aber um auch in der Geologie der kosmopolitischen systematischen Terminologie den Weg weiter zu bahnen. Er hielt nun dafür, dass es vom Sprachgebrauch-Standpunkte vollkommen zulässig sei, in Analogie zu den deutschen Taufnamen Maximilian, Sebastian etc. und Gebäudenamen Bernoullianum, Maximilianum, die Stufennamen zu deutsch ebenfalls in ian endigen zu lassen. Er hat die Initiative zu dieser kleinen Reform schon vor bald zehn Jahren ergriffen und sein System seitdem gelegentlich bei sämmtlichen achtundfünfzig Sedimentär-Stufen durchgeführt. Er erlaubt sich daher auch bei seinem gegenwärtigen Vortrage von diesen neuen Termini technici Gebrauch zu machen.

Nach diesen Vorbemerkungen geht der Vortragende zur Skizzirung der geologischen Verhältnisse des untersuchten Gebietes über.

Abgesehen von wenigen und kleinen Partien älterer Sediment-Gesteine, unter denen das oberhalb Corona, nördlich von Savona, angetroffene Sernfit (Verrucano, rother Ackerstein) den zürcher Naturforscher besonders anheimelt, besteht das ganze circa hundertfünfzig Quadratstunden grosse Gebiet unserer Karte nur aus einer grossen, fast viereckigen Centralmasse ältester Uebergangsgebilde und aus dieselbe umlagernden Tertiärgebilden. Vor wenigen

Jahren noch hielt Redner, mit vielen italienischen und französischen Geologen, den Serpentin, aus welchem jene Centralmasse zum grössten Theile besteht, für eine Art vulkanischen und obereocänen Gesteins. Seine neueren Untersuchungen indessen, wobei ihm das häufige Auftreten von Talk- und Glimmerschiefer in intimer Gesellschaft des Serpentins, ohne dass jene Spuren von Metamorphismus zeigen würden, zu denken gaben, haben ihn nunmehr zu jener Geologenschule übergeführt, welche den meisten Serpentin für ein Gestein der ältesten oder laurentischen Formation und vornehmlich ihrer oberen Stufe, des Labradorian hält und die metamorphischen und Hebungs-Erscheinungen, welche sich, im Ligurischen, an den auflagernden Gesteinen in seiner Nähe zeigen, für Folgen theils allgemeiner Gebirgshebungen, theils der Ausdehnung genannter Centralmasse bei fortwährenden chemischen Umwandlungen in ihrem Innern und der Wärmenentwicklung bei diesen Vorgängen, erklärt. Er macht die Geologen auf die betreffenden, höchst interessanten und leicht zu studirenden Contaktverhältnisse bei Genua (Sestri-Ponente, Pegli), Voltri, Voltaggio etc. aufmerksam, da er überzeugt ist, dass die dort beobachtbaren Phänomene es einem zugleich in der Chemie, der Mineralogie und der Petrographie bewanderten Geologen Entstehungsweise und Alter des ligurischen Serpentins endgültig festzusetzen erlauben dürften.

Ueber dem Serpentin folgt nun zunächst, im Osten in grosser Ausdehnung (fast das östliche Drittel des Blattes Genua einnehmend), im Süden nur als unterbrochener Streifen, die untertertiäre Stufe, welche der Vortragende **Ligurian** benannt hat. Diese durch meist rauchgraue Gesteine gebildete Stufe, wozu unser Alpenflysch mitgehört, erreicht

in Ligurien wohl volle fünfhundert Meter Mächtigkeit und ihre Schichten sind nur in einer gewissen Entfernung vom Serpentin normal und hie und da (so in und nordöstlich von Genua) reich an Fucoiden oder Meeralgen. Nachdem Redner letzen Herbst einen kleinen Streifen Flysch auf den Höhen von Corona, oberhalb Savona, aufgefunden, ist er zu glauben geneigt, dass die ganze Centralmasse zur Flyschzeit unter Meer gewesen und dass ihre jetzige Entblössung eine Folge kolossaler Auswaschungen während den folgenden Epochen sei, welche Auswaschungen eben das Material zu den Mergelmassen der meisten jüngeren Ablagerungen zum schönen Theile geliefert haben mögen.

Als letzte untertertiäre Stufe, tritt über dem Ligurian, einen ebenfalls sehr grossen (durch die grünen Farben bezeichneten) Raum einnehmend, das **Tongrian** (d'Orbigny) auf. Von dessen drei Unterstufen ist die erste, aus dunkelgrünen Serpentin-Nagelfluh und Sandstein gebildet, die wichtigere, nicht nur wegen ihrer grösseren Verbreitung und ihrer hie und da (östlich von Voltaggio, nördlich von Montenotte) wenigstens fünfhundert Meter erreichenden Mächtigkeit, sondern auch wegen ihrer artenreichen und eigenthümlich gemischten Fauna sowie ihren prachtvollen Corallenbänken rings um Sassello herum. Abgesehen von den dreissig Procent eocäner Arten welche sie zählt, wird diese Fauna schon durch das massenhafte Auftreten zweier Nummulitenarten als untertertiär bezeichnet, wie sie denn überhaupt mit den Faunen von Lesbarritz bei Bayonne und von San Gonini, Gnata etc. bei Vicenza identisch ist.

Das mittlere Tongrian besteht auf unserm Gebiete, mit auffallender Einförmigkeit, aus hellgraugrünen, schiefrig-schüttigen Mergeln, deren leichte Verwitterbarkeit die Bildung zahlreicher Runsen und kahler Halden veranlasst.

Gewöhnlich petrefaktenlos, enthalten diese Mergel, in einigen Bucht-Lokalitäten (Cassinelle, Dego, Sassello, Sta. Giustina), an ihrer Basis eine reiche Fauna, welche mit derjenigen von Castelgomberto bei Vicenza und zum Theile, in auffallender Weise, mit derjenigen von Jeurres bei Paris übereinstimmt. Im Osten, im Flussgebiet der Scrivia, fallen die Schichten, wo sie nicht durch kleine lokale Hebungen gestört sind, mit circa zwanzig Grad nach Norden ein, und man kann sie hier für wohl dreihundert Meter dick halten. Im Westen hingegen, wo sie eine viel breitere Zone bilden, variirt ihr Fallwinkel zwischen drei und fünfzehn Grad und messen sie nur noch hundert Meter, im Maximum.

Das schmale, smaragdgrüne Band, das von Ost nach West quer durch meine Karte läuft und im Westen, im Flussgebiete der Bormida, eine Menge Fetzen, so zu sagen, gegen den Fluss ausstrahlen lässt, dann aber auch, am Westrand der Centralmasse, den Kamm der meisten tongrischen Hügelzüge bildet, entspricht in der Natur dem in Europa weitverbreiteten, aber ebenso polymorphen, oberen Tongrian (gleich Glarner Fischschiefer und Sandstein von Fontainebleau). Obwohl hier ebenfalls aus sehr manigfaltigen Gesteinen, im Osten nämlich aus grobem Serpentinsandstein, dann aus damit abwechselnden harten Mergeln und Conglomerat, um Acqui, Ponzone und Spigno zumeist aus weissem oder grauem Nulliporenkalke (gleich Gassino bei Turin), mehr im Südosten endlich zumeist aus serpentinösem Sandstein und Conglomerat gebildet, lässt sich dieses Band, trotz seiner geringen Dicke (gewöhnlich um die acht Meter), Dank seiner dunkleren Färbung, seiner Festigkeit und daherigen wallartigen Facies, leicht verfolgen und bildet dadurch auch hier, als Abschluss des

Eocänen, einen überaus wichtigen Horizont. Petrefakten finden sich in ihm ziemlich zahlreich oberhalb Garbagna und Arquata im Osten, südlich von Acqui und von Ponzone und nördlich von Spigno, gegen Westen hin, dann aber zahlreich nördlich von Santa Giustina, im Süden. Neben den oft massenhaften Nulliporen und dem bezeichnenden Pecten deletus, zeichnet sich seine Fauna unter Anderm durch grosse Pecten-Arten aus. Dass sie ebenfalls noch eocän sei, beweisen unter Anderem die südlich von Acqui nicht seltenen Nummuliten und Conoclypus Bouei oder anachoreta, der Seeigel der bei uns schon im Parisian von Einsiedeln so häufig ist.

Mit der nun folgenden Stufe, dem **Aquitanian** (Mayer 1857) beginnt, am Nordfusse des ligurischen Apennin speziell durch den erstmaligen Rücktritt des Meeres angezeigt, die zweite Hälfte der Tertiärperiode, die sogenannte neogene Zeit. Mehr noch als in der Schweiz und in Süddeutschland ist das Aquitanian des hohen Monferrat durch zwei Merkmale ausgezeichnet, nämlich durch seine merkwürdige Einförmigkeit, bei ganz ausserordentlicher Entwicklung. Wie aus der vorliegenden Karte erhellt, wo die Stufe durch die rothbraune Farbe bezeichnet ist, nimmt diese Abtheilung in der That, im westlichen Theile unseres Gebietes eine fast drei Flussthäler und fünf bis sechs Stunden breite Zone ein, und da die Schichten constant nach Nordwesten, unter einem Winkel der nur ausnahmsweise blos fünf, gewöhnlich aber um die zwanzig Grad misst, fallen, so müssen sie wenigstens die von Gümbel für das oberbayrische Aquitanian festgestellte Mächtigkeit (3000 Meter) ebenfalls erreichen. Diese colossale Schichtenmasse nun besteht aus einer unendlichen Serie grauer Sandsteinbänke, nur einen halben Meter dick, und mit ihnen abwechselnder,

etwas bläulicherer und dickerer, mehr oder weniger schiefriger und weicher Thonmergelbänke. Mit Ausnahme von einigen Stellen (Molo, Acqui, Saliceto), wo, dem Gesteine und einzelnen Petrefakten nach zu urtheilen, nach dem Rücktritt des tongrischen Meeres, marine Lacken verweilt zu haben scheinen, gehören die untern Schichten dieser Molasse einer Süsswasserbildung an, denn Süsswasserconchylien finden sich hie und da darin, so bei Garbagna und Arquata und die Schichtenoberflächen sind durchgängig dicht mit Pflanzenfragmenten bedeckt. Bald aber muss eine neue Senkungsperiode das Meer immer näher an das alte Ufer gebracht haben, denn schon vor der Mitte der Serie wimmeln die Schichten stellenweise von Fucoiden und enthalten sie nicht selten kleine Gruppen feiner Seeigelstacheln. Sehr bezeichnend wäre ferner für diese mittlere Zone und zwar auf der ganzen Länge des Aquitanians, ein Horizont eigenthümlicher, netzförmiger Concretionen, wenn diese sich nicht hie und da auf den Sandsteinplatten des unteren Helvetian wiederfänden, wo sie merkwürdigerweise von einer zweiten, ganz ähnlichen, nur um mehr als die Hälfte kleinmaschigeren Sorte begleitet werden. Das mässige Volumen dieser Netzwerke (sie werden nur teller- bis schüsselgross), die Regelmässigkeit ihrer sechsseitigen Maschen und ihr Auftreten in zwei so ungleich grossen Typen lassen es mir in der That fast bezweifeln, dass sie anorganischer Natur, nämlich ursprünglich Sandausfüllungen von Rissen im eintrocknenden Thon-Schlamme eines Ufers seien. Ich benenne sie daher, auf alle Fälle hin die grössere Form mit Maschen von 15 Centimeter Durchmesser, Paretodictyum aquitanicum und die kleinere mit 5 Centimeter grossen Maschen, Paretodictyum helveticum.

In der oberen Hälfte des Aquitanian finden sich dann schon, als Beweise ihrer marinen Facies, an vielen Stellen, in einzelnen Mergelschichten, die gleichen Tiefsee-Mollusken wie in der folgenden Abtheilung; doch möchten die Vaginellen einer besonderen, grossen Art angehören und das Balantium, wenigstens als eine kürzere Varietät, vom B. pedemontanum zu unterscheiden sein.

Die zweite obertertiäre Stufe, das **Langhian** (Mayer 1867), *) wie auf der Karte, so in der Natur, durch blassblaue Färbung bezeichnet, bildet in petrographischer und zum Theile in orographischer Beziehung einen solchen Contrast mit der vorhergehenden Abtheilung, dass seine untere Grenze bei einiger Aufmerksamkeit rasch genug festgestellt werden kann. Es ist nämlich das piemontesische Langhian durch die Bank eine marine, ja eine Tiefsee-Bildung mit überwiegend pelagischer Fauna. Es besteht daher, im Gegensatz zum Aquitanian und zum folgenden unteren Helvetian, fast ausnahmslos, im Westen wie im Osten und unten wie oben, aus auffallend homogenen Schichten eines weichen und schüttigen, kalkig-glimmerigen Mergels, in abwechselnd schiefrigen und kompakten Bänken. Endlich bildet es, der Weichheit des Gesteines entsprechend, niedrigere Hügelreihen als die zwei es umrahmenden Stufen und fällt auch das Hauptlängsthal unseres Gebietes, das der mittleren Bormida, in seine Zone. Wenn auch gewöhnlich erst nach genauerer Untersuchung, zeigt sich das

*) Da Pareto's Langhien (Bull. Soc. géol. France 1866) sämmtliche Gebilde zwischen dem Tongrian und dem mittleren Helvetian (Pareto's étage serravallin) umfasste, so gehört streng rechtlich der Name der von mir auf ihre natürlichen Grenzen zurückgeführten Stufe, so gut als diese zu meinen Schöpfungen, wie z. B. auch das dreitheilige Aptian, etc.

Langhian als sehr petrefaktenreich und zwar nahezu überall und in jedem Niveau; nur sind diese Versteinerungen zumeist kleiner Art, nur als deutliche, oft weisse Abdrücke, oder halbe Steinkerne erhalten und in einzelnen weichen Schichten, öfters nesterweise vertheilt. Am häufigsten finden sich Pteropoden und zwar verschiedene Vaginellen in ungeheurer Menge (ähnlich wie im Langhian von Bordeaux und Dax), Balantien (B. pedemontanum und B. pulcherrimum, letzteres bezeichnend) und Hyaleen. Ferner sind häufig, Nautilus oder Aturia Aturi, Cassidaria vulgaris und Ostrea neglecta. Allein es kommen noch eine Menge Muschel- und Schnecken-Arten mit vor, und da, Dank der grossen Verbreitung der Stufe (sie bedeckt gegen achtzig Quadrat-Kilometer, wird stellenweise über tausend Meter dick, und ist überall durch Runsen blossgelegt) und der gleichmässigen Vertheilung der Petrefakten über ihr ganzes Gebiet, das Sammeln darin sehr erleichtert ist, so wird sie bestimmt noch fleissigen Sammlern eine sehr reiche, vielfach an diejenige des Langhian von Bordeaux und Dax erinnernde Fauna liefern.

Die nun folgende Stufe, das **Helvetian**, auf der Karte durch die drei aufeinanderfolgenden gelben Nüancen wiedergegeben, wurde ich 1857 aufzustellen veranlasst, um jenen weitverbreiteten Schichtencomplex zu bezeichnen, der im südwestlichen Frankreich unmittelbar auf das Langhian folgt und in der Schweiz bekanntlich die beiden Süsswassermolassen von einander trennt. Die drei Unter-Stufen in welche diese neue Serie zerfällt finden sich nun aber, wie in der Superga bei Turin, so auf unserem Gebiete, stratigraphisch von den blauen Mergeln des Langhian und den blauen Thonen des Tortonian so schön eingerahmt, dass ihre Altersbestimmung und somit diejenige der berühm-

ten Fauna der Superga eine leichte und völlig sichere wird.

Am Fusse des Apennin beginnt das untere Helvetian mit dem Auftreten dicker Bänke einer gräulichen Molasse zwischen den blauen Mergeln, deren Einförmigkeit damit plötzlich unterbrochen wird. Die oft dunkelgraugrüne Färbung dieser Molasse, von ihrem Gehalt an Serpentin-Körnern herrührend, und ihr öfterer Uebergang in grobem Serpentinsandstein und kleiner Nagelfluh liessen mich ihre Identität mit dem Turiner Serpentinsande vermuthen, schon lange bevor ich zu Avolasca, im Osten der Karte, eine ziemlich reiche, mit derjenigen der Superga identische Fauna darin entdeckte. Zum Ueberfluss für meine Beweisführung erwies es sich noch, später, dass die kleine Schichtenserie von ganz besonderer Facies, welche an verschiedenen Stellen der Superga (so zwischen Turin und Termo-fourà, auf den Höhen südlich von Baldissero etc.) im unteren Helvetian wie eingekeilt vorkommt, längs der Südgrenze des Helvetian meines Gebietes, von Strevi bis Borgomale identisch wieder auftritt. Es sind diess schiefrig-brüchige Platten eines braungrauen, harten, wie gebrannten Mergels, deren Oberflächen meist mit Vaginellen besät sind und öfters auch, unter Anderem, Balantium pedemontanum, var. longa, Ostrea neglecta und Solenomyen, in schönen Abdrücken bieten. Leider zeigt freilich diese Faunula dass die Häufigkeit der Vaginellen kein ausschliessliches Merkmal des piemontesischen und südwestfranzösischen Langhian ist.

Nachdem dann, in der Regel, noch eine Masse blaugrauen Mergels ohne Pteropoden die erste Unterstufe abschliessen kömmt, folgt, als mittleres Helvetian, die gelbe sandige Molasse mit Bryozoen und Seeigelstacheln, wie

sie typisch im niedrigen Monferrat, von der Superga bis Valenza, und im Tortonesischen von Avolasca bis Gavi entwickelt ist. Die paläontologische Aehnlichkeit dieser gelben Molasse, einerseits mit dem Muschelsandsteine des Jurafusses und andrerseits mit der «Mollasse» des Loire- und des Rhone-Thales, ja selbst öfters ihre petrographische Uebereinstimmung mit diesen Gesteinen in einzelnen Lagen und Gegenden, so, mit dem Muschelsandstein des badischen Seekreises, sind aber so gross, dass auch ohne die Hülfe der Stratigraphie, die Nothwendigkeit ihres Parallelismus daraus hervortritt.

Im Westen meines Gebietes ändert sich aber die Gesteinsbeschaffenheit des mittleren Helvetian ziemlich rasch bedeutend. Das Gestein wird sandiger, glimmerreicher, gewöhnlich heller, und es bilden sich Lagen grosser Sandsteinconcretionen darin aus, während dünnere Bänder blauen Thones ihrerseits häufiger werden. Auch die Petrefakten, bis auf die allerwelts Teredo norwegica, verschwinden nahezu gänzlich. Hier nehme ich denn, als untere Grenze der Abtheilung, die erste Lage grosser Bomben über der letzten dicken Lage blauen Thones an, indem ich mich auf die gleichen Grenzverhältnisse an den Uebergangsstellen beider Facies des mittleren Helvetian, westlich von Gavi, stütze.

Am klassischen Profile von Serravalle-Scrivia, wie östlich und westlich davon, von Vargo bis S. Cristoforo, lagern nun zwischen der gelben Bryozoen-Molasse und dem mächtigen blauen Thone des Tortonian jene harten Nulliporen-Kalke und Conglomerate, welche mit der Lucina-Schicht von Montale, das obere Helvetian des Tortonesischen bilden. Die grosse petrographische Uebereinstimmung dieser neuen Abtheilung mit dem Nulliporen-Kalke

und Conglomerate des Leitha-Gebirgs bei Wien, wie die Aehnlichkeit der beiderseitigen Faunen und deren beste Uebereinstimmung mit der Fauna des Sandes von Salles bei Bordeaux und derjenigen unserer subalpinen Meeresmolasse lassen in der That absolut keinen Zweifel zu, dass wir es hier mit einem bestimmten und weitverbreiteten Niveau zu thun haben, nach welchem erst eine neue, durch ganz neu gestaltete Meere und eine ganz anders zusammengesetzte Fauna bezeichnete Epoche beginnt.

Auch diese obere Abtheilung des Helvetian unseres Gebietes ändert indessen, von S. Cristoforo nach Westen hin, immer mehr die Facies. Während noch bis gegen Alice, nördlich von Acqui, die harten, oft petrefaktenreichen jedoch kaum mehr Nulliporen führenden Kalke der Basis des Tortonian ausharren, werden sie westlich und südlich von jenem Punkte durch harte, schiefrige Mergel, mit nicht seltenen weissen Muschel-Abdrücken, oder durch weisse, weiche Thonkalke und gelbliche sandige Molasse ersetzt, welche letztere constant ein Paar dünne Lagen kleiner, weisser Thonknollen führt, die eine gewisse Aehnlichkeit mit Nulliporen zeigen. Da diese Knollenschichten, auf der Linie Castelrocchero-Case Vecchie, stets die Nähe des Tortonian anzeigen, so betrachte ich sie auch im grossen Massiv des Helvetian zwischen dem mittleren Bormida- und dem Tinella-Thale, wo sie sich überall auf den Höhen bemerklich machen, als den natürlichen Abschluss des oberen Helvetian, während mir hier das Aufhören der grossen Bomben-Concretionen und die Entwicklung der weisslichen Thonkalke den Anfang dieser Abtheilung festsetzen helfen.

Die unregelmässige azurblaue Zone, die sich auf der Karte nördlich an die eben besprochenen, durch gelbe

Tinten bezeichneten Abtheilungen anlehnt, entspricht dem Ober-Miocänen der piemonteser Geologen, dem ich, den klassischen Fundorten des Tortonesischen, welche ihm angehören, zulieb, ebenfalls schon 1857, den homophonen Namen **Tortonian** gegeben habe. Diese in Oberitalien wie im übrigen Europa, ja selbst in Algerien (Mascara) und in Klein-Asien, aus homogenen blauen Thonen bestehende marine Stufe, mit ihrer durch die grosse Anzahl Arten und Individuen der Schnecken-Gattung Pleurotoma, wie durch die Häufigkeit der Ancillaria glandiformis und des Conus canaliculatus auffallenden Fauna, fehlt in dieser Gestalt bei uns, am Nordrande der Alpen. Sie wird aber hier durch jene Bildung vertreten, welche als rothe Heliciten-Mergel und Jura-Nagelfluh einerseits im Jura von la Chaux-de-Fonds bis zum Hehgau unmittelbar auf das Helvetian folgt und anderseits bei St. Gallen, Herisau (Winkeln), Wattwyl (Gurt) und Wädenswyl (Steinbruch) die gleiche Stellung einnimmt und an letzten zwei Orten dieselben Helix-Arten (H. Larteti, inflexa und sylvana) wie im Jura führt. Es ist in der That diese Bildung offenbar das erste Produkt unserer Flüsse, nach Abfluss des Meeres des oberen Helvetian, und wie sie merkwürdigerweise auch in petrographischer Beziehung mit dem Tortonian verwandt ist, entspricht sie ihm chronologisch desswegen schon, weil unsere zunächst jüngeren Molassen bekanntlich einem wohlbezeichneten höheren Niveau angehören.

Nachdem ich schon 1866 die Geologen darauf aufmerksam gemacht, dass es zwischen dem Ober-Miocänen und dem typischen Unter-Pliocänen eine dreitheilige Serie eigenthümlicher Gebilde gebe und diese Serie provisorisch dem Pliocänen oder Astian einverleibt hatte, entschloss

ich mich, anno 1868, eine eigene Stufe für sie aufzustellen, der ich nach dem Orte wo sie, ganz unter mariner Facies, das Tortonian vom Astian trennt, den Namen **Messinian** gab. Dieses Messinian oder Mio-Pliocäne erweist sich nun auch im Gebiete meiner Karte als gut entwickelt und petrefaktenreich, freilich aber auch, hier ganz besonders, als von sehr veränderlicher petrographischer Zusammensetzung.

Die untere Abtheilung, durch das schmale dunkelindischrothe Band dargestellt, erscheint im Tortonesischen als gewöhnliche und petrefaktenreiche Meeresstrandbildung, mit starken Anklängen an diejenige von S. Ariès bei Bollène und von Billowitz etc. bei Wien, und besteht daher aus Nulliporen-Kalken, kalkigem Cerithiensande und Conglomerat. Nachdem sie unter ähnlicher Facies, nicht ohne Unterbruch, bis nördlich von Acqui ausgeharrt, wird sie von hier an zumeist zu einer aus gelblichen bis schwärzlichen Schieferthonen bestehenden Tiefseebildung, welche vornehmlich südlich von Nizza ziemlich reich an Foraminiferen und an interessanten kleinen Conchylien wird. Die Farbe und Weichheit dieser schiefrigen Thone lassen sie hier genügend gut von den unterlagernden blauen Thonen des Tortonian unterscheiden.

Die mittlere Abtheilung des Messinian (die hellrosenrothe Zone) zeichnet sich bekanntlich von einem Ende des Apennin zum andern, durch das Auftreten von Gypsstöcken aus. Auch auf meinem Gebiete fehlen hier die Gypsmassen nur auf kürzeren Strecken und ist daher ihre Zone, selbst für den ungeübteren Stratigraphen, ebenso leicht zu verfolgen als z. B. das Tortonian oder das obere Tongrian. Mit dem Gypse kommen meistens Dolomitkalksteine vor, welche desswegen besonders erwähnenswerth

sind, weil sie unter identischer Gestalt auch über dem unteren Messinian des Vaucluse auftreten. Daneben entwickeln sich bald gelbliche harte Mergel mit Pflanzenabdrücken (Stazzano), welche ausserhalb meines Gebietes, zu Guarene bei Alba und zu Montebello reichlicher vorhanden, mit der Flora von Oeningen übereinstimmen, bald blaue Thone mit marinen, einen Bruchtheil der Fauna des unteren Astian repräsentirenden Conchylien. Die sonst für dieses Niveau bezeichnenden Congerien und Cardien fehlen; dafür aber stellen sich doch, bei Nizza, einzelne anderwärts die Congerien begleitende fluviatile Conchylien (Melanopsis Matheroni, Melania Tournoueri, Neritina sp. etc.) ein und helfen so unser Niveau mit dem Congerien-Horizonte parallelisiren.

Wie in ganz Mitteleuropa, so ist auch in Oberitalien das obere Messinian eine rein fluviatile Bildung und hier allem Anscheine nach das Produkt des damaligen Po-Flusses. Unter der Facies einer Nagelfluh die mit derjenigen des Uetli-Berges völlig übereinstimmt, breitet sie sich im Tortonesischen bedeutend aus und erreicht an der Scrivia über hundertfünfzig Meter Mächtigkeit. Merkwürdigerweise verschwindet von hier an gegen Westen die Nagelfluh sehr rasch und wird sie durch gelbliche, sandige Mergel oder, noch weiter westlich, durch abwechselnd gelbliche, sandige, und grünliche, thonige Schichten ersetzt, deren fluviatiler Ursprung sich in der Nähe von Nizza-Monferrato auch paläontologisch, durch das Vorkommen von Monodacnen, Cyrenen und Bithynien verräth.*)

---

*) Das Hinaufreichen von Congeria simplex, Cardium Bollenense, C. Carnuntinum, Melanopsis Matheroni, Melania Tournoueri, etc. aus dem mittleren ins obere Messinian und die paläontologische

Die vorletzte Tertiär-Stufe, de Rouville's **Astian**, zerfällt bekanntlich in zwei paläontologisch wohl getrennte Unter-Stufen, welche am Nord-Rande des ligurischen Apennin auch petrographisch leicht auseinander gehalten werden können, da hier gewisse im piacentiner Gebiete stärker entwickelte Uebergangsschichten, die blauen Thone mit der Fauna des obern Astian, entweder ganz fehlen oder, wo sie vorkommen, nur sehr schwach entwickelt sind. Wie überall anderwärts, so besteht auch auf unserem Gebiete das untere Astian aus blauen Thonen, die sich petrographisch kaum, wohl aber paläontologisch leicht von denjenigen des Tortonian unterscheiden lassen, und zwar durch die Häufigkeit von drei Muscheln: Ostrea (Gryphea) cochlear, Pecten cristatus und Arca diluvii und einer grössern Anzahl Gastropoden, denen man im Tortonian nicht oder nur selten begegnet. Obwohl lange nicht so mächtig wie im pliocenen Meerbusen von Bacedasco bei Piacenza, sind diese unterpliocenen Thone an der Grenze des Astigiano, im Nordwesten der Karte, besonders stark entwickelt und bedecken sie, bei einem Schichtenfall von acht bis zehn Grad, eine Hügelzone von circa zwei Kilometer Breite, bevor sie auf neuen Höhen durch das obere Astian überlagert werden. Sie müssen daher in dieser Region jedenfalls ein Paar hundert Meter dick sein.

Das obere Astian, der Farbe des sandigen Gesteins gemäss hier durch die hellchromgelbe Farbe wiedergegeben, bietet auf unserm Gebiete keinen weiteren Unterschied

---

Facies-Analogie des unteren Messinian Oberschwabens einerseits mit den Congerien- und Paludinen-Schichten Oesterreichs, anderseits mit dem obern Messinian Piemonts, zeugen so entschieden für die Einheit der Stufe, auch in ihrer Brack- und Süsswasser-Facies, dass jeder Grund sie in mehrere zu trennen dahinfällt.

von seinem Typus nördlich von Asti als einen bedeutend geringeren Petrefaktenreichthum, bei etwas stärkerer, zu Vinchio nördlich von Nizza hundert Meter erreichender Mächtigkeit. In der Mitte seiner Ausdehnung, zwischen dem Scrivia- und dem Bormida-Thale, ist es so vom Saharian verdeckt und meistentheils auch weggewaschen oder umgearbeitet, dass nur hie und da, am Rande der kleinen Plateaux, welche letzteres einnimmt, kleinere Partien davon, von wenigen Metern Dicke, noch erkennbar sind, welche einzelne Partien indessen, zusammengehalten, ein genügend deutliches Bild seiner einstigen Verbreitung in jener Gegend geben.*)

Aus dem doppelten Grunde der Ermanglung einer allgemein gültigen Wiedergabemethode für die Gebilde der Eiszeit (**Saharian**, Mayer, 1865) und der Unvollständigkeit meiner Notizen über diese meist nur sporadisch auftretenden Gebilde, habe ich es vorderhand unterlassen sie auf meiner Karte einzutragen. Sie erweisen sich indessen auch hier als interessant genug, um wenigstens eine kurze Erwähnung zu verdienen. — Zwar ist es mir annoch weder das untere, noch das mittlere Saharian in unveränderter Gestalt anzutreffen gelungen, und, was die

*) Sollte nicht der so radikale Gesteinsunterschied beider Unterstufen des Astian in ganz Italien, mit Ausnahme des südlichsten Theiles, wo der gelbe Sand durch weissen Kalk oder Mergel ersetzt wird, seine Erklärung in dem Auftreten der römischen und neapolitanischen Vulkane mit Beginn der zweiten Epoche finden, indem anzunehmen wäre, dass die titaneisenhaltigen sandigen Theile der Eruptionen, theils durch den Südwind, theils durch Meeresströmungen, über das Land zersteut worden und durch Oxydation ihre jetzige gelbe Farbe erhalten haben? Uebrigens deutet die Uferfacies des oberen Astian auf eine allgemeine Hebung im Apenninengebiet, mit oder ohne Hülfe der entstandenen Vulkane.

erste Abtheilung betrifft, kann ich nur sagen, dass der von Gastaldi citirte Fund im Schlamme des Belbo's bei Incisa, eines Backenzahnes des Elephas meridionalis, für deren ehemaliges Vorkommen über dem oberen Astian jener Gegend zeugt, während Spuren des mittleren Saharian erst nördlich von meinem Gebiete, bei Pavia, angetroffen worden sind. Um so schöner ist dafür das obere Saharian im hohen Monferrat entwickelt und wird es hier, wegen seiner verschiedenen Facies oder vielmehr successiven Gebilde, trotz des fast vollständigen Fehlens eigentlicher Moränen, besonders interessant und für die Geschichte der Hauptgletscherzeit wichtig.

So viel ich weiss, waren bis anhin, den Verhältnissen am Südfusse der Alpen entgegen, keine Moränen vom Nordfusse des ligurischen Apennin bekannt, und dass es überhaupt deren nur wenige und kleine, in den Hauptthälern gegeben haben könne, ist, bei der geringen Höhe der höchsten Spitzen jenes Gebirgs-Theiles, (bis 1500 Meter) wohl a priori anzunehmen. Ich glaube nun aber endlich eine ächte Moräne auf meinem Gebiete gefunden zu haben, denn als Reste einer solchen muss ich jene Anhäufung loser Blöcke bei Spigno betrachten, welche hinter dem Stationsgebäude sich am Hügel anlehnt und dann, nach kurzem Unterbruche den halben Kreis vervollständigend, quer über die Bormida setzt. Ob es nun nicht, noch näher am M. Settepani, d. h., im oberen Bormida-Thale, noch mehr solcher und vollständigere Blockwälle zu sehen gibt?

Das Diluvium, d. h., glaciäres Flussgerölle in einer gewissen Höhe über den jetzigen Flussbetten, kömmt besonders schön im mittleren Bormida-Gebiete und im Belbo-Gebiete, um Nizza vor. Die Höhe, welche dieses Gerölle auf den Plateaux nordwestlich und westlich von Acqui

erreicht und die ganz anständige Grösse einzelner Blöcke (bis über ein Kubikfuss) lassen der Vermuthung Raum, dass das mittlere Bormida-Thal während der zweiten Gletscherzeit nicht so tief war wie gegenwärtig und einen durch den nun durchbrochenen Kalksteindamm von Strevi-Orsara gestauten, vereisten See enthielt, dessen Abfluss auf der ganzen graden Linie von Bistagno bis Strevi nach Norden stattfand, und der im Sommer zur Bildung von mit Geröllen bedeckten Eisschollen Veranlassung gab (oder wie sonst der Transport jener auf ihre Standorte zu erklären ist). Spuren eines eigentlichen Gletschers sind mir nämlich in dieser ganzen Gegend keine begegnet.

Dem Diluvialgerölle unmittelbar aufgelagert, macht sich im neuen Strasseneinschnitt südlich von Strevi ein gelblichweisser, sandiger Lehm mit rundlichen Thonconcretionen, ähnlich Adlersteinen, bemerkbar, der dann im Thalwinkel gegenüber, unter Morsasca, in gleicher Höhe ebenfalls vorkömmt. Es bildet nun dieser Lehm, allem an, das gleichzeitige Analogon des Rheinthallösses. Landconchylien scheinen indessen darin vollständig zu fehlen.

Neben diesen drei wohlbekannten Gebilden des oberen Saharian aber tritt, an unzähligen Stellen meines Kartengebietes, eine höchst merkwürdige Bildung, als letztes Glied der Sedimentreihe auf. Es besteht diese Bildung aus einem braunen und knolligen, oft fester agglomerirten Eisenthone, der gewöhnlicher, völlig verwittert, zu einem blutrothen oder braungelben, weichen, leicht knolligen Thone wird, wovon das unterlagernde Gestein sich gerne durch Infiltrationen röthlich färbt. In der Regel ist diese Thonlage nur um zwanzig Centimeter dick, und nur da wo sie an der Stelle des obern Astian lagert, wächst sie, wahrscheinlich auf dessen Kosten, auf einen halben, einen

ganzen, oder ein Paar Meter an (Umgegend von Novi). Das Merkwürdige an dieser Bildung ist aber, dass sie sich auf beiden Seiten des Appennin und in allen Niveaux wiederfindet, nur dort indessen wo Humus sie bis jetzt oder lange beschützt, oder aber zuoberst auf den Bergen, deren Scheitel sie wie ein Käppchen bedeckt. Da nämlich diese absonderliche Verbreitung sich vernünftigerweise weder durch Quellenabsatz, noch durch eine Senkung des Apennin unter das Meeresniveau erklären lässt, so bleibt nur die Annahme übrig, dass unser eisenhaltige Thon als Staub aus der Luft gefallen sei. Was das aber für ein Staub gewesen, ob es wie wahrscheinlich ein Produkt der römischen und neapolitanischen Vulkane, oder gar, theilweise vom Südwind hergetragener Saharastaub sei, mögen, wenn möglich, die Chemie und die Mikroskopie uns sagen. Hundert Proben des Gebildes liegen gegenwärtig hier zur Untersuchung bereit.

Anschliessend an diese Uebersicht der Sedimentreihe meines Kartengebietes, möchte ich zum Schlusse auf eine ebenso überraschende, als für die Geologie wichtige Thatsache aufmerksam machen, welche aus der Vergleichung der neogenen Gebilde des Nordfusses des ligurischen Apennin mit den gleichen am Nordfusse der Alpen hervorgeht. Es zeigt sich nämlich, dass von gegen ein Dutzend in beiden Regionen entwickelten Stufen und Unterstufen, fast jede in der einen um so entschiedener marin ist, als die entsprechende in der anderen Region die gegentheilige Facies trägt. So entspricht, wie wir gesehen haben, dem marinen unteren Aquitanian Oberbayerns und der Schweiz (Bilten, Hergiswyl, Thun, Vevaise), in Südpiemont eine Süsswasserbildung. So süsst sich in Oberbayern und bei uns das Aquitanian rasch aus,

während es in Piemont umgekehrt ebenso rasch marin wird. So ist das Langhian hier eine pelagische (Tiefsee-) Bildung, bei uns (Lausanne, Hohe-Rhonen) ein Landsee-Produkt. Nun wird das Meer in Italien weniger tief, dafür rückt es bei uns in den Jura ein. Im Muschelsandstein-Niveau (Helvetian II.) sind seichte Meere beiderseits vorhanden; wie aber in Piemont die Strand-Facies mit Nulliporen entsteht, vertieft sich am Fusse der Alpen das Meer des Helvetian III. Nun erfolgt bei uns eine gewaltige Hebung: es gibt fast völlig trockenes Land und eine Zeit fluviatiler Bildungen (Jura-Nagelfluh und Heliciten-Mergel), um so tiefer wird neuerdings in Italien das Meer des Tortonian. Dem noch rein marinen Messinian I. Piemonts entspricht bei uns der fluviatile Glimmersand und Knollenmergel des Jurafusses; dem meist marinen Gypsniveau Italiens, unsere obere Süsswassermolasse; dem rein fluviatilen Gerölle der Uto-Kuppe, das vielerorts brackische obere Messinian Oberitaliens. Endlich füllt, mit Beginn des Astian, tiefes Meer wieder das Po-Thal; bei uns steigt fortan das Thal allmählig bis auf tausend Fuss über Meeresniveau.

Notizen.

Aus einem Schreiben von Kaplan Stephan Biner in Zermatt vom 26. September 1859. Nach einer Sage, welche zwar in keinen Urkundschriften sich vorfindet, ist in frühern Jahrhunderten zu Zermatt der jetzt so riesenhafte grosse Gornergletscher in der obersten Grenzwiesen der Bergschaft Aroleid, einst auf einen angepflanzten Acker gestossen, über denselben ganz vorgerückt, ihn zugedeckt hatte; nach sieben Jahren sich zurückgezogen, im Frühjahr diesen Acker wieder aufgedeckt, und der Eigenthümer desselben könnten von der seit Jahren lang angepflanzten Fruchterfolg noch sieben Garben (gosen) Roggen benützbar einährnten. — Letzteres ist mir nicht leicht begreiflich, alein meine Selbsterfahrung bestätigt von diesem Gletscher eine merkwürdige Erscheinung; Es ist nemlich allgemein bekannt, das derselbe seit eines Menschengedenken sich alljährlich mehr oder weniger gegen Zermatt herunter nähert, obgleich er sich jedes Jahr in den hier wenigen Sommermonaten, dem Anscheine nach, zurückzieht, auch im letztverflossenen Sommer, ist er der untersten Mündung nach beiläufig 5—6 Mannsschritte kleiner geworden, Alein etwa 5 bis 10 Minuten oberhalb rechts von diesem Gletscher habe ich im letztverflossenen Maimonat gesehen, das derselbe eine Zunge quar auf die Seite gegen einen Felsblock stösst. Ende Septembers sah ich, das diese Zunge zwar auch kleiner geworden, alein etwa 8 bis 10 Schritte hinunter (vorwärts) gerückt ist. Aus diesem ergibt's sich klar, das die Sonne in dieser über gewöhnlich warmen Sommerzeit, sehr nahe 15 Schritte weit, denselben seiner untersten Mündung nach abgeschmelzt hat, in dem diese Eismasse, oben an gesagter Stelle nahe 10 Schritte tiefer gerückt und denoch zu unterst bei 6 Schritte kleiner geworden ist, Hieraus lasst sich suponieren, das diese Gletschermasse

in der Sommerzeit eben stärster voranrückt als zu andern Jahrszeiten. Es hat sich ereignet, das er in einem Jahr 15 bis 16 Schritte vorangerückt ist, dies weiter als er zur Sommerzeit abgeschmolzen wurde, dagegen sind auch Jahre, in welchen er nicht mehr als 5 bis 6 Schritte weit die Wiesen unter sein Gebieth genommen, dies wil sagen seiner untersten Mündung nach. Durchschnittlich nimt dessen Breite und Länge jährlich nache an 2 bis 3000 Klafter Wiese unter sich, man musste auch schon über 50 Menschen- oder Viehwohnungen, Städel oder Speicher seiner Rache entreissen. Auch der Findel- und der Zmuthgletscher rücken vorwers, alein diese weniger fühlbar, durch Gemeindewälder. Zurück zieht sich hier von Allen den hier so vielen befindenden Eismassen, einzig der Howenggletscher. Vom Gornergletscher lässt sich sehr wenig hoffen, das er je sich hinterziehen werde, weil in denselben die zwei Montrosagletscher, Lysgletscher, Zwilingegletscher, Breithorengletscher und der grosse Theodulgletscher hineinstossen, so zwar, wenn auch Einer von diesen bisweilen im Rückzuge begriffen wäre, sind immer Andere, die riesenhaft hineinstosen, so dass das Zurückziehen, auch von Einigen, das Vorwärsgehen der ganzen Masse zwar in etwas hemmen, allein das Zurückziehen desselben nicht zu bewirken vermögen. [M. Tscheinen].

Auszüge aus den Sitzungsprotokollen.

A. Sitzung vom 14. Januar 1878.

1) Herr Bibliothekar Dr. Horner legt folgende seit der letzten Sitzung neu eingegangenen Bücher vor:

A. Geschenke.

Von den HH. Prof. Kölliker und Siebold.

Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. XXX. 1.

Von dem Friesischen Fond:

Topographischer Atlas der Schweiz. Lief. X u. XII.

Von Prof. Dr. R. Wolf.

Wolf, R. Mémoire sur la période commune aux taches solaires et à la déclinaison magnétique. 4.
Festschrift, dem Andenken an A. v. Haller dargebracht von den Aerzten der Schweiz. 4 Bern 1877.

Von Hrn. Melsens in Brüssel.

Des paratonnères établis sur l'hôtel de ville à Bruxelles. 8 Bruxelles. 1877.

Von der technischen Gesellschaft in Zürich.

Uebersicht der Verhandlungen. 32. 1875—77.

B. In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

Bulletin de l'acad. I. de St. Petersbourg. XXIV. 3.
Vierteljahrsschrift d. astronom. Gesellschaft. XII. 3.
Rigaische Industrie-Zeitung. 1877. 20—23.
Repertorium f. Meteorologie. Herausg. v. d. Akad. v. St. Petersburg, nebst Supplementband. I. Bd. V. 2.
Bulletin de la Soc. des sciences de Nancy. II. III. 6.
Bericht üb. d. Senckenbergische Gesellschaft zu Frankfurt. 1876/77.
Bulletin de la société mathémat. de France. VI. 1.
Jahresbericht des naturw. Vereins zu Magdeburg. 7.
Zeitschrift d. deutsch. geolog. Gesellschaft. XXIX. 3.
Journal of the R. geolog. soc. of Ireland. IV. 3. 4.
Monatsberichte d. k. Preuss. Akademie d. W. 1877. Sept. Oct.
Atti della soc. Toscana di scienze nat. Vol. III. 1.

C. Von Redactionen.

Naturforscher. 49. 50. 51. 52. 1878. 1.
Berichte der deutschen chem. Gesellschaft. 1877. 19.

D. Anschaffungen.

Zeitschrift für Krystallographie. Bd. II. 1.
Zeitschrift für analytische Chemie. XVII. 1.
Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. 1876. 2.
Transactions of the entomolog. society. 1877. 3.
Transactions of the zoological society of London. X. 3.

Philosophical transactions of the R. soc. 1877. 1.
Denkschriften der K. Akad. der W. (zu Wien). Bd. 37.
Palæontographica. Bd. XXIV. 6. XXV. 1.
Mémoires de l'académie J. de St. Pétersbourg. T. XXIV.

2) Die Herren Dr. Winter und Chemiker Schöller werden einstimmig als ordentliche Mitglieder der Gesellschaft aufgenommen.

3) Herr Prof. Grebe meldet sich zur Aufnahme als ordentliches Mitglied der Gesellschaft.

4) Herr Prof. Fliegner hält einen Vortrag über von ihm ausgeführte Luftausflussversuche, unter Vorweisung einiger dabei benutzter, theilweise neuer Apparate.

5) Herr Prof. Hermann macht eine Mittheilung „über physiologische Beziehungen des Telephons." Die durch die im magnetischen Felde schwingende Eisenmembran induzirten Ströme, welche wegen ihrer fortwährend wechselnden Richtung an gewöhnlichen Galvanometern nicht nachgewiesen werden können, bringen einen ausgeschnittenen Froschnerv mit Leichtigkeit in tetanische Erregung, die durch Muskelzusammenziehung angezeigt wird. Der Vortragende zeigte zunächst die Zusammenziehung durch Annähern einer magnetisirten und angeschlagenen Stimmgabel an eine Induktionsspirale, dann, als Uebergang zu den Verhältnissen des Telephons, den gleichen Erfolg, wenn eine unmagnetische angeschlagene Stimmgabel zwischen einen festen Magnetpol und die Spirale gebracht wird, d. h. wenn eine unmagnetische Eisenmasse im magnetischen Felde schwingt, endlich die Muskelzusammenziehung durch Anrufen des Telephons. (Diese Versuche sind sämmtlich vom Vortragenden schon vor den Mittheilungen von Goltz und du Bois-Reymond, am 7. Dezbr. v. J. in seiner Vorlesung gezeigt worden). Von den Vokalen wirkt am stärksten auf das Froschpräparat a, dann o, ou, e, am schwächsten i. Beim Ohr ist die Reihefolge eine ganz andere. — Die treue Wiedergabe jeder Klangfarbe am zweiten Telephon beweist, dass das Intensitätsverhältniss der Partialtöne absolut genau übertragen wird. Dies ist bemerkenswerth, insofern von anderer Seite angenommen worden ist,

die zweite Membran schwinge wegen des Induktionsgesetzes proportional der ersten Derivirten nach der Zeit von den Bewegungen der ersten Membran. Wäre dies wirklich der Fall, so müsste nicht allein jede Sinusfunktion in eine Cosinusfunction sich verwandeln, also das Phasenverhältniss der Partialtöne sich vollkommen ändern (was für die Klangfarbe nach Helmholtz ohne Bedeutung wäre), sondern auch das Intensitätsverhältniss ein vollkommen anderes werden, weil durch die Differentiirung jeder Partialton eine um so grössere Amplitude erhält, je höher seine Ordnungszahl. Aber der Vortragende hat einen noch auffallenderen Widerspruch gefunden. Man hört nämlich fast ebensogut, wenn man beide Telephone nicht direkt mit einander verbindet, sondern das erste Telephon mit einer induzirenden Spirale, und eine dieser nahe induzirte mit dem zweiten Telephon (am besten nimmt man hierzu eine doppelt gewickelte Rolle, deren beide Gewinde mit je einem Telephon verbunden werden). Auch hier bleibt die Klangfarbe auf's Genaueste erhalten. Ja man kann diese eingeschobenen Induktionen noch mehrfach wiederholen, und der Vortragende konnte noch hören und verstehen, wenn die Induktionsströme fünfter Ordnung auf das zweite Telephon wirkten. Da aber, wie die Rechnung ergibt, jede weitere Differentiirung das Amplitudenverhältniss der Partialtöne immer mehr ändern müsste, dasselbe aber, wie die Erhaltung der Klangfarbe lehrt, genau erhalten bleibt, so folgt aus den Thatsachen, dass in dem vorliegenden Fall der Induktion durch Oscillationen das allgemeine Induktionsgesetz nicht in der von anderer Seite behaupteten Weise zur Anwendung kommt. — Der Vortragende machte beiläufig auf die grosse Verschiedenheit im Widerstande der im Handel vorkommenden Telephone aufmerksam. Zwei Telephone von Siemens und Halske hatten etwa 55, vier solche von Leppin und Masche nur 10—21 Einheiten Widerstand.

B. Sitzung vom 28. Januar 1878.

1) Herr Privatdocent Dr. Asper meldet sich zur Aufnahme als ordentliches Mitglied der Gesellschaft.

2) Herr Prof. Grebe wird einstimmig als ordentliches Mitglied der Gesellschaft aufgenommen.

3) In Abwesenheit des Herrn Bibliothekars legt der Aktuar folgende wenige seit der letzten Sitzung eingegangene Bücher vor:

A. Geschenke.

Vom Schweiz. Eisenbahn- und Handelsdepartement.
Rapport mensuel sur la ligne du S. Gothard. 59.

B. In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

Jahrbuch der K. K. Geolog. Reichsanstalt. 1877. 3. Verhandl. 11—13.
Bericht 6 des botanischen Vereins in Landshut.
Verhandlgn. d. phys.-med. Gesellsch. in Würzburg. XI. 3. 4.
Öwersigt over det k. Danske Videnskabernes forhandlinger. 1877. 2.
Mittheilungen des Vereins f. Erdkunde zu Halle. 1877.
Rigaische Industrie-Zeitung. 1877. 24.

C. Von Redactionen.

Der Naturforscher. 1878. 2. 3.
Berichte d. deutschen chemischen Gesellschaft. 19.

D. Anschaffungen.

Bert, P. La pression barométrique. Recherches de physiologie expérimentale. 8 Paris. 1878.
Annalen der Chemie. Bd. 190. 1. 2.

4) Herr Prof. Schär hält einen Vortrag „über Anfangs- und Zwischenstadien bei chemischen Verbindungen". — Mit einigen allgemeinen Erörterungen beginnend, bemerkte der Vortragende, dass es sich keineswegs darum handeln könne, eine theoretische Diskussion über das Wesen der chemischen Verbindung herbeizurufen, da diess Gebiet speziellen Fachmännern überlassen bleiben müsse. Dagegen sei es lediglich seine Absicht, auf eine Anzahl von chemischen Thatsachen hinzuweisen, welche, theils bekannt, theils in Vergessenheit gerathen, theils auch neu, bis jetzt in sehr untergeordneter Weise Aufnahme und Verwerthung in der chemischen Lite-

ratur, d. h. in Lehr- und Handbüchern gefunden haben, obwohl solche in nicht geringem Maasse zu weiterer Forschung und Meditation über chemische Fragen anzuregen scheinen. — In denjenigen Gebieten, wo die Chemie sich vorwiegend als Grundlage und Hülfswissenschaft anderer bedeutsamer Disziplinen bethätigt, offenbart sich öfters in hervorragender Weise die Wichtigkeit derjenigen Fragen der Chemie, welche sich nicht sowohl auf Wesen und Eigenschaften fertig vorliegender, durch die Natur oder menschliche Kunst erzeugter chemischer Verbindungen beziehen, als vielmehr auf die nähern, räthselhaften Bedingungen und Umstände, die bei der Verbindung und Zersetzung der Körper auftreten. — Ganz besonders wichtig erscheinen diese Fragen sowohl für die philosophischen Gesichtspunkte in der chemischen Wissenschaft, als namentlich zur Erklärung vielfacher Thatsachen auf biologischem Gebiete, d. h. im Bereiche der Pflanzen- und Thierphysiologie. Ist auch das Verhältniss der Physiologie zur Chemie nach einer längeren Periode der Indifferenz, an der wohl beide Fächer gleiche Schuld trugen, ein wesentlich innigeres geworden, so muss immerhin zugestanden werden, dass in den gegenseitigen Beziehungen beider Wissenschaften noch vielfache unbefriedigte Punkte zu finden sind, und dass auch jetzt noch die Chemie manchen Desideraten der Physiologie nur höchst unvollkommen zu entsprechen vermag. Dürfen wir auch das Studium der Verbindungen der Elemente, die Erkenntniss der Verwandtschaftsverhältnisse und Zersetzungsweisen der Stoffe, die Auffindung der Verbindungs- und Zersetzungsbedingungen, die Erforschung der Struktur der Verbindungen und die Erklärung von Allotropie und Isomerie als Hauptaufgaben der Chemie betrachten, welche durch Verfolgung solcher Ziele insbesondere ihre theoretischen Wissensgebiete zusehends fördert, so bleibt es doch nicht weniger wahr, dass diess allein nicht überall für eine richtigere Erkenntniss der Lebenserscheinungen genügen kann. Vielmehr erscheint es in hohem Grade wüsnchenswerth, dass von Seiten der Chemie, insoweit dieselbe auf das Feld der Biologie sich begibt, eine nicht geringe Zahl weiterer Punkte wieder an die Hand genommen und erneuerter sorgfältiger Beob-

achtung unterworfen werden. — Unter solchen Fragen wurden von dem Vortragenden namentlich drei hervorgehoben, nämlich erstens: Die Betrachtung der sog. chemischen Massenwirkungen, zumal diejenigen Fälle, wo das verschiedene Verhältniss der auf einander wirkenden Körper entgegengesetzte chemische Wirkungen bedingt; zweitens: das Studium der Molekularverbindungen, als des wichtigsten gemeinsamen Grenzgebietes der Physik und Chemie; drittens endlich: die Berücksichtigung der sogen. Anfangs- und Zwischenstadien bei der chemischen Verbindung. — In Hinsicht auf das Erstangeführte wurde auf die Bedeutung hingewiesen, die ein weiteres Studium der Massenwirkungen in dem vom französischen Chemiker Berthollet entwickelten Sinne für manche physiologische Vorgänge, namentlich für Erklärung toxikologischer Erscheinungen haben müsste, wie diess schon bei frühern Mittheilungen von Dr. Luchsinger hervorgehoben worden war. Zugleich wurde an die zahlreichen schon bekannten hieher gehörigen Erfahrungen erinnert, wie z. B. an das Verhalten von Essigsäure zu Bleikarbonat und von Kohlensäure zu Bleiacetat, an die Fällung vieler Salze durch gewisse Säuren (wie Alkaloidsalze durch Gerbsäure (bei gleichzeitiger Löslichkeit der erhaltenen Niederschläge in der überschüssigen Säure des ursprünglichen Salzes; endlich auch an die eigenthümliche Zerlegung der farblosen Verbindungen des blauen Cyanins mit Säuren durch organische Substanzen, die als spezifische Lösungsmittel des freien blauen Farbstoffs bekannt sind. — Von Wichtigkeit müsste bei weiterer Verfolgung dieser Phänomene besonders die Frage sein, in wie weit bei sog. Massenwirkungen Anziehungen von Atomen fertig gebildeter sog. geschlossener Moleküle auf Atome in andern benachbarten Molekülen als Ursachen chemischer Aktion zu betrachten sind. — In Betreff der Molekularverbindungen wurde, gestützt darauf, dass diese Frage schon in einem frühern Vortrage des Sprechenden erörtert worden war, lediglich des Umstandes erwähnt, dass namentlich mit Rücksicht auf die nothwendig gewordene Annahme zahlreicher Hydrate gewisser Verbindungen, die Zahl chemisch darstellbarer Molekularverbindungen eine weit grössere als nach

früherer Annahme zu sein scheine und dass überdiess eine Theorie der Lösungen mehr und mehr davon ausgehen dürfte, letztere als variirende Gemenge von Molekularverbindungen aufzufassen. — Zu dem letzten Punkte und Haupttheile des Vortrages, den Zwischenstadien chemischer Verbindung übergehend, wurde zunächst auf die Unmöglichkeit hingedeutet, das Zustandekommen der chemischen Verbindungen, resp. die hierauf bezüglichen chemischen Fakta in vollständiger und befriedigender Weise durch die Annahme unmittelbaren Zusammentretens der Atome nach den Gesetzen der chemischen Werthigkeit (Valenz) und spezifischer Intensität der chemischen Anziehung zu erklären. Eine Reihe von Beispielen des Auftretens von Zwischenstadien bei chemischen Reaktionen ist wohl längst bekannt, doch sind die denselben entsprechenden Verbindungen meist als chemische Individuen von bestimmter Zusammensetzung bekannt und als verschiedene Verbindungsstufen gewisser Elemente mit andern aufzufassen, so bei der Nitrifikation die Nitrite und Nitrate, bei der Behandlung alkalischer Lösungen mit Chlorgas die Hypochlorite und Chlorate, bei der Einwirkung von Untersalpetersäure auf organisehe Substanzen die verschiedenen Nitrirungsstufen u. s. f. — Weit sonderbarerer Natur und gewissermassen ausserhalb des Rahmens der gewöhnlichen chemischen Anschauungen stehend, sind zahlreiche in der Hauptsache von C. F. Schönbein in Basel entdeckte und vom Vortragenden durch wiederholte Versuche bestätigte Thatsachen, welche sich auf eigenthümliche Zwischenstadien bei der chemischen Verbindung einerseits des Sauerstoffes, anderseits der sog. Haloide (Chlor, Brom und Jod) mit unorganischen und organischen Stoffen beziehen. Unter diesen Beobachtungen, über deren Besprechung wegen unvermeidlicher spezieller chemischer Erörterungen an dieser Stelle kaum referirt werden kann, seien unter Hinweisung auf die entsprechenden Abhandlungen von Schönbein, sowie einige spätere chemische Publikationen des Vortragenden, kurz hervorgehoben:

1) Das Verhalten des Sauerstoffs zu insolirten ätherischen Oelen, die Uebertragbarkeit des gebundenen Sauerstoffs auf Wasser und dessen allmälige feste Verbindung mit dem Moleküle des Oeles.

2) Das Verhalten ozonisirten Sauerstoffs gegen Guajakharz und harzartige Stoffe in manchen, namentlich den sog. selbstbläuenden Pilzen.

3) Die lockere Verbindung von Sauerstoff mit pflanzlichen und thierischen Substanzen unter dem ozonisirenden Einfluss von Fermenten.

4) Das Verhalten des Sauerstoffs zu gewissen organischen Verbindungen bei der sog. langsamen Oxydation in erhöhter Temperatur.

5) Die vorübergehende Verbindungsweise des Ozons mit (blauem) Cyanin-Farbstoff zu farblosen Körpern.

6) Die Wirkung der Haloidsalze auf die durch Quecksilberoxydsalze entfärbten Lösungen von Chlor, Brom und Jod.

7) Das Verhalten der löslichen Haloidsalze zu farblosen Gemischen von gelösten kaustischen Alkalien und Jod, sowie der schützende Einfluss der Haloidsalze gegen die Bindung des Jodes durch Alkalien.

8) Die Wirkungen von Chlorwasserstoff und einigen Haloidsalzen auf unvollständig entfärbte Gemenge von Chlorwasser und Indigolösung, sowie auf die Bleichkraft des Chlors überhaupt.

Nach Ausführung einiger an diese Erfahrungen sich anknüpfender theoretischer Bemerkungen schloss der Vortragende in der Hoffnung, es werde auf dem besprochenen Gebiete weiter beobachtet und so neues Material zu späterer besserer Beantwortung einiger theoretisch-chemischer Fragen gewonnen werden.

5) Herr Prof. Hermann macht einen Versuch, welcher die treue Reproduction des Geräusches eines Inductionsapparates durch das Telephon zeigt.

6) Die Herren Obertelegraphist Keller und Apotheker Müller-Strickler erklären ihren Austritt aus der Gesellschaft.

C. Sitzung vom 11. Februar 1878.

1) Herr Bibliothekar Dr. Horner legt folgende seit der letzten Sitzung neu eingegangenen Bücher vor:

A. Geschenke.

Von den HH. Prof. Siebold u. Kölliker in Würzburg.

Zeitschrift f. wissensch. Zool. XXX. 2.

Von dem Eidg. Baudepartement.

Rapport mensuel sur les travaux du St-Gothard. 60.

B. Durch Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

Verhandlungen des naturhist. Vereins d. Preuss. Rheinlande. XXXIII. 2. XXXIV. 1.

Hayden, F. V. Report of the U. S. geol. survey of the territories. Vol. XI.

Hayden, F. V. Ninth annual report of the U. S. geolog. and geogr. survey. 1875.

Miscellaneous publications. Nr. 8. Furbeaving animals.

Annual report of the board of regents of the Smithsonian institution. 1876.

Bulletin of the U. S. geological and geographical survey. Vol. III. 4.

Mittheilungen der naturforsch. Gesellsch. Bern. 1875—1877.

Mittheilungen aus dem naturw. Vereine von Neuvorpommern u. Rügen. 9.

Bericht des naturw. Vereins in Innsbruck. VII. 1.

Zeitschrift des Ferdinandeums f. Tirol u. Vorarlberg. III. 21.

Sitzungsberichte der math.-phys. Klasse der Akademie der Wissensch. zu München. 1877, 2.

C. Von Redactionen.

Naturforscher. 1875. 4. 5.

Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch. 1878. 1.

Technische Blätter. IX. 4.

D. Anschaffungen.

Wild, J. J. Thalassa. 8 London 1877.

Annalen der Chemie. Bd. 190. 3.

2) Herr Dr. Asper wird einstimmig als ordentliches Mitglied der Gesellschaft aufgenommen.

3) Die Regierung von Zürich erklärt sich bereit, unserer

Gesellschaft zunächst für das Jahr 1878 den sehr verdankenswerthen Beitrag von 500 Franken zu geben.

4) Herr Prof. Hermann hält einen Vortrag „über den muskulären Aktionsstrom der menschlichen Muskeln". Alle früheren Versuche litten an dem Fehler, dass nach beständigen (tetanischen) Aktionsströmen gesucht wurde, welche durch ebenfalls beständige Nebenwirkungen (der Haut etc.) sehr gestört werden. Dagegen gelang es dem Vortragenden durch Rheotanversuche den phasischen Aktionsstrom am Vorderarm mit voller Sicherheit festzustellen. Das Resultat ist folgendes: Nach jeder Reizung des Armnerven verhält sich zuerst die Nerveneintrittsstelle des Muskels negativ gegen dessen beide Enden, dann die beiden Enden negativ gegen jene. Es läuft also eine negative Erregungswelle über den Muskel ab. Die Geschwindigkeit derselben ergab sich zu 10 bis 13 Meter per Sekunde. Von grösster Wichtigkeit aber ist die Feststellung, dass die Intensität der Welle im ganz normalen Muskel beim Ablauf nicht wie beim ausgeschnittenen Froschmuskel abnimmt. Jene Abnahme ist eine Absterbeerscheinung. Durch heftige, ermüdende Reizung kommt sie auch beim Menschen zu Stande. Diese Versuche beweisen zugleich unmittelbar, dass der nach du Bois-Reymond bei willkürlicher Anspannung eines Armes oder Beines auftretende aufsteigende Strom kein muskulärer Aktionsstrom sein kann; denn bei normalem Ablauf der Erregungswellen erreichen alle Theile eines Muskels einen gleichen mittleren galvanischen Zustand, weil die Welle beim Ablauf ihre Grösse behält.

5) Herr Prof. Karl Mayer hält den oben (pag. 74 u. f.) in extenso mitgetheilten Vortrag über Ligurien.

D. Sitzung vom 25. Februar 1878.

1) Herr Bibliothekar Dr. Horner legt folgende seit der letzten Sitzung neu eingegangenen Bücher vor:

A. Geschenke.

Von dem Bureau géologique von Schweden,

Carte géologique de la Suède. Feuille 57—62.

Von Hrn. Prof. Plantamour in Genf.

Plantamour, E. Recherches sur le mouvement simultané d'un pendule et de ses supports. 4 Genève 1878.

Von der Kommission f. d. Hallerfeier in Bern.

Katalog der Haller-Ausstellung 11.—13. Dez. 1878.

Von Hrn. Prof. Dr. R. Wolf.

Wolf. Astronomische Mittheilungen. 45.

B. In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

Stettiner entomologische Zeitung. 1878. 1—6.
Bulletin de la soc. I. des naturalistes de Moscou. 1877. 3.
Monatsberichte der Akademie d. W. zu Berlin. 1877. Nov.
Atti della R. accademia dei Lincei. Serie terza. Transunti. Vol. II. 1. 2.
Rigaische Industrie-Zeitung, Beil. zu Nr. 24 u. Jhrg. IV. 1.
Verhandlungen der naturforsch. Gesellsch. in Basel. VI. 3.
Transactions of the Connecticut academy, IV. 1.
Verhandlungen des naturf. Vereins in Brünn. XV. 1. 2.
Acta horti Petropolitani. T. V. 1.
Bulletin de la société math. de France. Tom. VI. 2.
Abhandlungen d. naturhist. Gesellsch. zu Nürnberg. Bd. VI.

C. Von Redactionen.

Naturforscher. 1878. 6. 7.

D. Anschaffungen.

Journal des Museum Godeffroy. Heft XIII.
Mémoires de l'académie des sciences de l'institut de France. T. XXXIX.
Figuier, L. L'année scientifique. T. 21.

2) Herr Dr. med. Vogler, ehemals in Wetzikon, jetzt in Schaffhausen, erklärt in Folge dieses Umzugs seinen Austritt aus der Gesellschaft.

3) Herr Prof. Culmann hält einen Vortrag „über die Einführung einheitlicher algebraischer Zeichen bei wissenschaftlich-technischen Untersuchungen".

4) Herr Dr. Baltzer macht eine Mittheilung „über die Marmorvorkommnisse am Nordrand der Centralmasse des Finsteraarhorns". Längs der ganzen Nordgrenze der Centralmasse des Finsteraarhorn treten Marmorlager auf, die der Vortragende in den letzten 4 Jahren bei Gelegenheit seiner Aufnahmen für Blatt XIII der geologischen Karte der Schweiz näher untersucht und verfolgt hat. Er stellte sich dabei die Aufgabe, das Material dieser Marmore, ihre Lagerungsverhältnisse, Vertheilung und ihre muthmassliche Entstehungsweise zu studiren. Besonders war zu prüfen, ob diese Marmore als umgewandelter oberer Jura zu betrachten seien und wenn dies der Fall, welche Kräfte die Umwandlung hervorgebracht haben. — Der Vortragende unterscheidet drei Marmorarten: 1) Weisse und graue, regelmässige Einlagerungen bildende. (Neue Lagerstätten: Schönalphorn, Lager beim lauteren See, Dossenhorn und Brandegg). 2) Bunte Marmorschiefer, mit bunten, talkig-thonigen Zwischenlagen. (Neue Fundorte: Urbachthal, Erstfelderthal, Gstellihorn, Krähenbühl). 3) Schön bunt gefleckte Marmorbreccien, vorwaltend dem Berneroberland angehörig. Eine solche wurde am untern Grindelwaldgletscher, wie Gruner berichtet, noch 1760 ausgebeutet, verschwand in den Siebenzigerjahren unter dem vorrückenden Gletscher und gerieth in Vergessenheit. Da kamen 1865 in Folge des grossen Rückzuges der Gletscher behauene und gezeichnete Marmorblöcke und ein ganzes Marmorlager nach fast hundertjähriger Eisbedeckung wieder zum Vorschein. Man hat den Grindelwaldner Marmor zu Grabsteinen, Tisch- und Kaminplatten und Consolen verwendet. Ein neues, ähnliches Vorkommen ist das von Seitenwängen bei der grossen Scheidegg. In den Hypothesen über Marmorbildung spiegelt sich der ganze Entwicklungsgang der Geologie; der Vortragende gibt eine kurze Uebersicht derselben und hebt besonders diejenige Anschauung hervor, wonach dichter Kalk durch Berührung mit Eruptivgestein in körnig-krystallinischen Marmor übergeht. Dana betonte 1843 ins Besondere noch, dass die Wärme des Eruptivgesteins eines Vehikels bedürfe, um auf den Kalk einzuwirken, und fand diesen in den Eruptivwassern, welch' letztere demnach unter erhöhtem

Druck die Umwandlung hervorbrachten. Es fragt sich nun, ob diese für viele Fälle richtige und weit verbreitete Ansicht auch die hier besprochenen Marmore zu erklären vermag. — Da der Marmor nicht selten Begleiter des Kontaktes von krystallinischem und Sedimentgestein ist, so setzten schon Escher und Studer ihn in Beziehung zum benachbarten Gneissgranit und fassten ihn als umgewandelten Hochgebirgskalk (oberer Jura) auf. Da letzterer Forscher diesen Gneissgranit als teigartig-eruptiv emporgedrungen betrachtet, so schien es die Hitze desselben zu sein, welche die Umwandlung bewirkt hätte. Es scheint nun, dass letztere Ursache der Marmorisirung für die besprochenen Marmore nicht angenommen zu werden braucht, oder mindestens zur Erklärung nicht ausreicht. — Folgenden geognostischen Thatsachen muss von der Theorie Rechnung getragen werden: Marmorbreccien und bunte Marmorschiefer sind durch petrographische Uebergänge mit dem obern Jura verbunden. Zum Beleg weist der Vortragende 2 Reihen solcher Uebergänge vor. Instruktiv für die Erklärung der Marmorbreccien ist unter anderm eine noch wenig verwandelte Oberjurakalkbreccie am Nordabsturz des Titlis, deren Bruchstücke durch Kalkspath cementirt sind. Solche Breccien entstanden durch Zerquetschung und Zersplitterung thonfreier, brüchiger Kalklagen; die Trümmer wurden später durch ein Cement fest mit einander verbunden und umgewandelt. Auch das Cement selbst erlitt gewöhnlich eine Metamorphose. Ferner finden sich die deutlichsten Uebergänge aus Versteinerungen führenden Kalklagen in wirklichen Marmor. — Es sind aber die Marmorvorkommnisse keineswegs ausschliesslich an den Contakt von Gneiss und Sediment gebunden. Im Gegentheil kommen sie in grösserer Zahl an der äussern Grenze des obern gegen den mittlern Jura und zum Theil sogar mitten im obern Jura vor. Diese Thatsache gestattet nicht den teigartig-eruptiven Gneissgranit im Sinne von Studer oder Dana als Ursache der Umwandlung zu betrachten, denn dann müssten sich die petrographisch identischen Marmorvorkommnisse auf die Gneiss-kalkgränze beschränken. — Denkt man sich nun den durch Erosion getrennten Zusammenhang der Schichten wieder her-

gestellt, so kommt man zu der Erkenntniss, dass die Marmorbildung in der Tiefe stattgefunden hat, wo Druck anzunehmen ist und die Kohlensäure (bei Annahme hoher Temperatur) nicht immer entweichen konnte. — Oft (wiewohl nicht ausnahmslos) stellt sich die Marmorisirung dort ein, wo die Schichten stark gefaltet und die Contaktlinie besonders auffallende Undulationen zeigt (Gstellihorn). Sie zeigt sich ferner dort, wo die Kalkschichten am Ende der C-förmig umgebogenen Kalkkeile sich ausspitzen und geringe Mächtigkeit haben (Dossenhorn, Pfaffenkopf etc.). — Im Ganzen ist doch der Marmor nicht allzuhäufig. Hätte Bischof's Theorie der Umkrystallisation sedimentärer Kalke durch kohlensäurehaltiges Wasser bei gewöhnlicher Temperatur (wie solche bei der Bildung der Kalkspathadern der Gesteine stattfindet) die beanspruchte allgemeine Gültigkeit, so müsste, da Wasser fast überall zirkulirt, die Erscheinung der Marmorbildung hier viel häufiger vorkommen. — Auf obige Thatsachen gestützt, schlägt der Vortragende eine mechanische Hypothese für die Entstehung der Marmorarten vor. Man weiss, welch grossartige Faltungsprozesse in Folge von Seitendruck bei der Hebung der Alpen stattfanden. Durch sie wurden die Schichten in der ausserordentlichsten Weise gebogen, geknickt, überstürzt. In diesem Druck erhalten wir eine Kraft allgemeiner Art, welche Marmor bildend wirkte. Marmorlager bedeuten Stellen stärkeren Druckes, die Bildung fand in der Tiefe, also selbstverständlich unter Belastung statt. Die Rolle, welche eine gewisse Temperaturerhöhung dabei spielte, lässt sich nicht näher definiren. Möglich, dass der Druck allein schon Marmor erzeugte. — Die thonig-kalkigen Zwischenlagen der bunten Marmorschiefer und die Zwischensubstanzen der Marmorbreccien tragen das Gepräge der chemischen Umwandlung. Dies ruft einer Mitwirkung des oberflächlichen Wassers, der Bergfeuchtigkeit und besonders des aus der Tiefe emporsteigenden Wassers. Dadurch wurden Substanzen zugeführt, die aber wohl nur bei einer, wenn auch geringen Temperaturerhöhung jene ungewöhnlichen Metamorphosen hervorbringen konnten. Diese Temperaturerhöhung stammt aber zum Unterschied von Dana's Anschauung nicht von der Erhitzung durch Eruptivgestein her, sondern

kann hier der Friktionswärme und innern Erdwärme zugeschrieben werden. — Sowie die Geologie den Boden der geognostischen Beobachtung verlässt und tiefere genetische Fragen zu lösen versucht, büsst sie den exakten Charakter mehr oder weniger ein. Obgleich daher die obige Hypothese die ermittelten lokalen Thatsachen besser erklärt als es die andern Anschauungen thun, so kann sie doch nicht als abschliessende Theorie gelten. Denn bei der Entstehung der fraglichen Marmore haben gewiss mehrere Ursachen und lokale Umstände mitgewirkt, die sich weder genau übersehen noch einzeln kontroliren lassen. Indem einzelne derselben fehlten oder gewisse der Marmorisirung ungünstige Umstände ihnen das Gegengewicht hielten, trat die Marmorbildung nicht ein, wo man sie theoretisch erwarten könnte. — Man würde sich nämlich täuschen, wenn man nun in jeder Falte der Contaktlinie oder überall, wo die Belastung eine grosse war, Marmor annehmen wollte. So ist die Marmorbildung im Roththalprofil der Jungfrau eine auffallend geringe und nicht jedes Keilende ist in Marmor verwandelt. Ausserdem soll auch die Möglichkeit nicht geleugnet werden, dass einzelne Marmorvorkommnisse der Finsteraarhorngruppe primäre Sedimente seien oder sich durch Umwandlung bei gewöhnlicher Temperatur auf nassem Wege gebildet haben könnten. Doch spielen jedenfalls diese Bildungsweisen neben der oben angeführten eine untergeordnete Rolle. — Fassen wir kurz die gewonnenen Resultate zusammen. Eine Reihe neuer Marmorvorkommnisse, zum Theil von bedeutenden Dimensionen, konnte auf der Karte verzeichnet werden. Dieselben sind meist umgewandelter dichter oder äusserst feinkörniger oberer Jurakalk, welcher in krystallinischen Marmor überging. Aber nicht durch Eruptivgestein (weder direkt noch indirekt) erfolgte die Umwandlung, auch nur selten durch kohlensäurehaltiges Wasser von gewöhnlicher Temperatur. Vielmehr ist es wahrscheinlicher, dass sie mechanisch durch Druck bei der Biegung und Auswalzung der belasteten Kalkschichten hervorgebracht wurde. Als weitere Faktoren wirkten eine gewisse mässige Temperaturerhöhung (Eigenwärme und Friktionswärme des Gesteins), sowie Wasser von wahrscheinlich etwas erhöhter Temperatur mit.

E. Sitzung vom 11. März 1878.

1) Herr Bibliothekar Dr. Horner legt folgende seit der letzten Sitzung neu eingegangenen Bücher vor:

A. Geschenke.

Von der Gesellschaft „Natura artis magistra".

Linnæana in Nederland. 10. Jan. 1878. 8 Amsterdam.

Oudemans. Rede ter herdenkening van de sterfdag of Linnæus. 8 Amsterdam 1878.

Von Hrn. Prof. E. Schär.

Wedell, St. A. Uebersicht der Cinchonen. 8 Schaffhausen. 1871.

Hagenbach, E. Christian F. Schönbein. 4 Basel 1878.

Von der Redaction der Alpenpost,

Neue Alpenpost. Bd. VII. 4 Zürich 1878.

Von Hrn. L. Struckmann in Hannover.

Struckmann, L. Ueber die Fauna d. untern Korallen-Ooliths, unweit Hannover. 1877.

B. In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

Mémoires de la societé des sciences physiques et naturelles de Bordeaux. T. II. 2.

Annuario della soc. dei Naturalisti in Modena. Anno XI. Fasc. 3, 4.

Proceedings of the London mathemat. soc. 122. 123.

Verhandlungen des naturwissensch. Vereins v. Hamburg-Altona. N. S. I.

Comptes rendus de la société entomologique. Série II, 21—25.

Rigaische Industrie-Zeitung. 1878. 2.

Processi verbali della società Toscana di scienze naturali. Gennaio 13. 1878.

C. Von Redactionen.

Der Naturforscher. 1878. 8. 9.

D. Anschaffungen.

Mémoires de la société royale des sciences de Liège. Série II. T, IV et VI.

2) Herr Prof. Hermann macht einige Mittheilungen über neue Untersuchungen, welche die Ströme der Froschhaut betreffen. Bei der Erregung der Hautnerven erleidet der von innen nach aussen gerichtete Strom nicht, wie frühere Beobachter angeben, eine Schwächung (welche in die damaligen theoretischen Anschauungen der Präexistenzlehre gut zu passen schienen), sondern im Gegentheil eine Verstärkung, eine positive Schwankung, welcher nur an gewissen Hautstellen eine weit schwächere negative Schwankung als Vorschlag vorangeht. Es ist vor der Hand das Wahrscheinlichste, dass die negative Schwankung den Secretionsstrom einer besondern Hautdrüsengattung darstellt, welche in sehr ungleicher Weise vertheilt ist, und vielleicht nach Thiergattung, Jahreszeit etc. variirt, während die positive Schwankung den überall gleichmässig vertheilten kleinsten Drüsen angehört. Der Ruhestrom ist möglicherweise der beständige Secretionsstrom dieser Drüsen. Der Vortragende erwartete nun einen analogen Secretionsstrom auch in der Haut der Warmblüter zu finden, und diese Vermuthung bestätigte sich auf das Schönste in Versuchen, welche er in Gemeinschaft mit Herrn Dr. Luchsinger an Katzen anstellte. Jede Erregung der Hautnerven bewirkt einen in der Haut von aussen nach innen gerichteten Strom, der durch das secretionslähmende Atropin beseitigt wird. Zweifellos ist dieser Strom auch, wie der Vortragende schon früher vermuthet hat, die wahre Ursache der electromotorischen Erscheinungen bei einseitigen Anspannungen menschlicher Glieder, welche Dubois-Reymond auf muskuläre Actionsströme bezogen hatte (letztere Deutung war durch die neuen Untersuchungen des Vortragenden schon widerlegt) und es klären sich eine grosse Anzahl von Erscheinungen, auch von gewissen früheren Misserfolgen einzelner Beobachter, in vollkommenster Weise auf.

3) Herr Dr. C. Keller weist eine Anzahl lebender Meeresthiere aus dem adriatischen Meere vor. Dieselben machten die Reise von Triest nach Zürich in Glasgefässen mit natürlichem Meerwasser ohne Schaden. Es waren zunächst einige grosse See-Anemonen (Sagartia troglodytes), über deren anatomischen Bau der Vortragende referirte. Sodann ein ent-

fernter Angehöriger derselben, der ziemlich seltene Cereanthus, der in besondern Höhlen lebt und auf seiner Körperfläche während der Reise eine coconähnliche Hülle ausschied. Ebenfalls lebend wurden eine Anzahl Bohrmuscheln (Lithodomus) vorgewiesen nebst einem grossen Stück Kalkfels, der nach allen Richtungen von diesen Thieren durchbohrt war. Ob diese Bohrarbeit auf mechanischem oder chemischem Wege geschieht, ist noch immer nicht mit genügender Sicherheit festgestellt. Herr Keller suchte mit diesen lebend vorgeführten marinen Organismen den Nachweis zu führen, dass seit Errichtung zoologischer Beobachtungsstationen an den europäischen Meeresküsten man auch im Binnenlande für wissenschaftliche Institute und für öffentliche Bildungszwecke überhaupt leicht in den Besitz lebender mariner Organismen gelangen kann und betonte im Fernern, dass statt des Projectes eines zoologischen Gartens die Erstellung eines marinen Aquariums in Zürich weit wünschenswerther wäre.

4) Die Herren Dr. Keller und Prof. Schär bringen hieran knüpfend die Bildung eines maritimen Aquariums in Anregung.

5) Zum Schluss unterhielt Herr Photograph Ganz die Gesellschaft durch Vorweisung einer Auswahl von Projectionsbildern für den Anschauungsunterricht mittelst seines Pinakoskopes. [A. Weilenmann].

Notizen zur schweiz. Kulturgeschichte. (Fortsetzung.)

269. (Forts.) H. W. Brandes an Horner, Breslau 1819 VIII 31. (Forts.) Sollte dir nach der Michaelismesse mein alsdann erscheinendes Buch über Gegenstände der Meteorologie in die Hände fallen, so bitte ich dich doch über die dort von Barometer-Beobachtungen, — Beobachtungen auf Bergen u. s. w. — vorkommenden Bemerkungen und Fragen etwas nachzudenken und mir Anmerkungen eines Alpenbewohners hierüber, über Wolkenbeobachtungen etc. mitzutheilen. Mir scheint es immer als müsste man in der Schweitz,

wo man doch gewiss oft auf den Bergen (wenn auch oft zwischen den Bergen) lebt, ungleich mehr von der Meteorologie wissen, als wir arme Bewohner der Ebene wissen können. — Wenn du Zeit und Neigung hast, so schreibe mir doch; vor allem aber schenke auch du der Meteorologie, die so ganz im Argen liegt und in schlechten Händen ist, gelegentlich ein Jahr Deines Fleisses, damit doch ein und andrer Stein des grossen Baues zusammengeordnet werde.

Horner an Trechsel, Zürich 1819 XI 7. Wir (Herr Pestalutz und ich) sind nur durch das schlechte Wetter des Oktobers in unsern geodätischen Arbeiten unterbrochen worden; es fehlen uns noch die Winkel am Lägerberge. Wann die Signale nur noch ein paar Wochen lang halten, so hoffen wir mit Prof. Huber's Dreyecken angeknüpft zu haben. Im nächsten Frühjahr soll wieder ein Signal auf dem Rigi entstehen, und dann wollen wir mit Ihren Dreyecken Bekanntschaft machen. — Noch muss ich Sie sehr um Nachsicht bitten, dass wir Ihr Mètre so lange zurückbehalten. Unser Mechanicus Ori ist, wie alle, immer mit Nebensachen beschäftigt; das Wissenschaftliche muss zurückstehen.

Horner an Krusenstern, Zürich 1820 I 20. Gautier hat allerdings Recht, wenn er die Bedingung des guten Erfolgs schwierig findet*). Wenn ich auch hoffen darf, dass meine Frau nach und nach jener grossen Schwäche entrinne, die ihren Zustand bei jedem neuen Zufall lebensgefährlich macht, so kann ich nie daran denken, länger als höchstens 6 Wochen abwesend zu sein. Ich habe in zwey Collegien, in dem einen wöchentlich 7, in dem andern 4 Stunden Unterricht zu geben; im erstern befinden sich 58, im letztern 30 Studenten. Dabey sind es nicht freywillige, sondern gesetzliche Vorlesungen, die für mich, wie für die Studirenden obligatorisch sind. Wegen der früheren Vernachlässigung der mathematischen Studien findet sich zur Zeit hier Niemand, der meine

*) Bezieht sich auf die von Maurice ausgesprochene Meinung, dass es für das Zustandekommen einer französischen Ausgabe von Krusenstern's Reise absolut nothwendig wäre, dass Horner die Sache in Paris persönlich betreiben und sogar leiten würde.

Stelle vertreten könnte; sonst hätte ich schon lange einen Theil wenigstens abgegeben, da das Dociren meiner Brust beschwerlich wird. Zudem sind unsere Lectionen im Jahr so vertheilt, dass sie vom neuen Jahre bis Mitte July beinahe ununterbrochen fortlaufen (es sind zwischenein nur wenige Tage um Ostern frey), währenddem das zweite Halbjahr beträchtliche Lücken und Ferientage zulässt. Es wäre mir also auf jeden Fall unmöglich vor der Mitte Juny's (wenn ich auch die Lectionen eines Monats allenfalls später nachzuholen suchte) hinwegzukommen. — Was mir nun nach den Umständen zu thun scheint, ist Folgendes: Ich schreibe dem Buchhändler Gide Fils in Paris, trage ihm das Werk nach den vorgeschlagenen Reductionen gratis an, erwähne ihm die zu machenden Schritte beim Seeminister und verweise ihn an Hrn. Maurice. Sollte ich es nicht wagen dürfen ihm zu schreiben, dass Sie sich in Russland verwenden werden, damit auch der Russische Kaiser eine gute Anzahl Exemplare übernehme? Dann würde ich, im Falle der Verleger sich gefunden hätte, trachten im July 1820 nach Paris zu kommen, und mit demselben die Besorgung der Ausgabe Jemandem zu übergeben suchen. Sollten Sie selbst die Reise nach Paris machen können, so gäbe das ein herrliches Rendez-vous. Natürlich muss ich bey diesem Versprechen die göttliche Zulassung vorbehalten, da mich eine traurige Erfahrung belehrt hat, dass man nicht so unbedingt versprechen kann. Doch hoffe ich das Beste.

Horner an Krusenstern, Zürich 1820 IV 12. Ich habe den Versuch gemacht an den Buchhändler Gide Fils zu schreiben und der hat die Sache sogleich angenommen. Freylich durfte ich unter solchen Umständen keinen Preis machen, da die frühern Verleger gar nichts von der Sache wissen wollten. Ich begnügte mich 12 Exemplare der französischen Ausgabe zu fordern . . . Ich werde dem Himmel danken, wenn diese Angelegenheit deren Misslingen mir sehr entmuthigend war, und die mir ein schweres Kreutz, nemlich das Abfassen französischer Briefe, zu denen ich sehr unbeholfen bin, auferlegte, einmal in Ordnung ist. — Prof. Gilbert hat unsere Beobachtungen über die Saltzigkeit und über die Tem-

peratur des Meerwassers mit denen, welche bei den Reisen nach dem Nordpol angestellt wurden, zusammengestellt. Es ergibt sich, dass sie an Zuverlässigkeit und Vollständigkeit die Neuern übertreffen. Ich sehe wohl, dass eine Instruction zur Anstellung physikalischer Beobachtungen zur See noch immer ein Bedürfniss ist, da dieser Theil nicht in den Unterricht der Seeleute aufgenommen wird. Könnte ich nur vor anderweitigen Arbeiten, die mir noch auf dem Halse liegen, Zeit gewinnen ein solches Werk auszuarbeiten! Komme ich einmal dazu, so kann es geschwinde gehen, da ich die Materien vollständig im Kopfe habe. — In Gilbert's Annalen habe ich die Beschreibung eines Messtisches (ohne Stativ) gegeben, welcher für leichte Aufnahmen den Militärs sich empfehlen sollte. Herrn v. Zach schicke ich die Beschreibung eines neuen Logs zu. Es ist ein kleiner Wegmesser nur mit zwey Rädern, den man am Schiffe nachschleppt. Er gibt jedoch eine Länge von nahe 100000 Fussen an. An der Schmalkalder-Boussole habe ich eine kleine Verbesserung angebracht, die darin besteht, dass eine Hülse um die Gnomonspitze die Nadel beständig von der Spitze abhebt, so dass sie nur im Moment des Beobachtens durch einen leichten Druck des Fingers an einem Hebel auf die Spitze zu liegen kömmt. — Meine Frau, die diesen Winter sich leidlich befand, ist seit $2^1/_2$ Monaten wieder ins Bett gebannt. Das ist auch für mich niederschlagend, dabei zeitraubend und wegen Mangel an der nöthigen körperlichen Zerstreuung meiner Gesundheit nachtheilig. Die Zeit wird, hoffe ich, Besseres bringen. Mögen Sie mit den Ihrigen sich stets wohl befinden!

Horner an Krusenstern, Zürich 1820 VII 13. Ich begreife die Rücksichten, die Ihnen eine bessere Anerkennung zum Bedürfniss machen, und ich theile die unangenehmen Gefühle, die Sie bey einem solchen Kampfe, der Ihrer Bescheidenheit sowie Ihrem Hang zur philosophischen Ruhe ganz entgegen ist, empfinden müssen.*) Nur getrost! Ehrlich währt am läng-

*) Es geht aus diesem Briefe, und überhaupt aus der ganzen Correspondenz hervor, dass Krusenstern unter den höheren Marineofficieren viele Neider und Gegner hatte.

sten. Personen von so unfreundlicher Denkungsart wie Ihre Gegner können auch nicht sonderliche Freude haben und das Zusammenhalten solcher Herren währt nicht länger als der Vortheil, den der eine oder andere dabey findet. Ich habe schon manche Hundsfötterey zerfallen sehen, und heutzutage ist die Nemesis oben auf. — Bey alle den Beeinträchtigungen, die Sie erleiden müssen, können Sie, glaube ich, denn doch auf das persönliche Wohlwollen des Kaisers zählen. Denn das ist eine seiner vortrefflichen Eigenschaften, in dem einmal geschenkten Vertrauen sich nicht abwendig machen zu lassen. Bey seiner Bereitwilligkeit alle guten Endzwecke zu unterstützen, muss ich es um so mehr bedauern, für meine Expedition nach dem Südhimmel einen so nachlässigen Verwender wie N. gehabt zu haben. Es wird nun in Abo eine Sternwarte errichtet, welche mit derjenigen, die England am Cap aufstellen wird, zusammenarbeiten soll. Von der Astron. Gesellschaft, welche in England unter Lord Sommersets Vorsitz sich gebildet hat, werden Sie schon wissen. — Wie glücklich wäre auch ich, wenn es Ihnen vergönnt wäre zu uns in die Schweiz zu kommen. Da ist doch Freyheit, Gutmüthigkeit, Ehrlichkeit, Naturgenuss und wissenschaftliches Treiben so viel als irgendwo in der Welt. Es würde Ihnen gewiss bey uns gefallen. — Mit der Gesundheit meiner Frau geht es etwas besser. Zach hat mir sehr angelegen ihn in Genua zu besuchen. Ich werde es bis übers Jahr verschieben müssen; sonst würde es mich sehr freuen diesen alten lieben Freund einmal wieder zu sehen.

W. Struve an Horner, München 1820 VIII 29. Es thut mir sehr leid Ihnen so nahe zu sein, und doch nicht das Vergnügen haben zu können Ihre persönliche Bekanntschaft zu machen, die hohen Alpen nur aus der Ferne begrüssen zu können. Eine wissenschaftliche Reise hat mich von Dorpat bis hieher gebracht. Ich habe Hamburg, Göttingen, Gotha besucht, befinde mich jetzt hier um die neue Sternwarte kennen zu lernen, die herrlichen mechanischen Anstalten von Reichenbach und von Liebherr, die optischen des vortrefflichen Frauenhofer, auch um bei Reichenbach die Vollendung des seit längerer Zeit bestellten Meridiankreises für Dorpat

möglichst zu befördern, endlich um ein neues Instrument zu einer mir übertragenen Arbeit geodätisch astronomischer Art zu bestellen. Diess ist nemlich eine Breitengradmessung vom 56 Breitengrade an durch Curland, Liv- und Estland über den Finnischen Meerbusen nach Finnland, so weit hinein als die Natur es zulässt. Mit dieser Breitengradmessung soll eine Längenmessung unter dem 60. Breitengrad auf dem Parallel von Petersburg verbunden werden. Die Ausführung dieser Arbeit ist dem Aboer Astronomen Herrn Dr. Walbeck und mir übertragen worden. — Ich benutze die Gelegenheit Ihnen von so nahe her durch die Post ein Exemplar des 2. Bandes Dorpaterbeobachtungen zu übersenden. Auch diesen Band hat das Universitäts-Conseil auf seine Kosten drucken lassen, und die Exemplare zur Vertheilung an die Astronomen und Sternwarten bestimmt. Ich hoffe dass die den Originalbeobachtungen angefügten Reductionen über Doppelsterne, Parallaxe und Aberrationsconstante von nicht geringem Interesse für die Astronomen sein werden. — Von Hrn. Ertel, dem Associé von Reichenbach, habe ich Hoffnung zur baldigen Vollendung des Meridiankreises erhalten. Nach dem was diese Instrumente in Königsberg, Göttingen und hier leisten, sehe ich ein, dass sie in jeder Rücksicht den Forderungen, die die Wissenschaft an sie machen kann, entsprechen. Auch einen Theil der zur Gradmessung nöthigen Instrumente erhalte ich bis zum nächsten Frühling, so dass die Messungen im Sommer beginnen werden. Es wird jetzt in Russland noch eine Sternwarte erbaut werden, in der Krimm. Ein Schüler von mir, Herr Knorre, kommt als Astronom dorthin, und soll zugleich Lehrer der Nautischen Astronomie für die Steuerleute der k. Flotte sein. — Von hier gehen wir, nämlich Prof. Walbeck, der die ganze Reise mit mir macht, und ich, nach Holstein, um bey der Messung der Grundlinie für die Dänische Gradmessung gegenwärtig zu sein, die Schumacher im September vornimmt. Auch Herr Hofrath Gauss wird sich dort einstellen, sowie vielleicht Prof. Nicolai aus Mannheim.

Krusenstern an Horner, Ass 1820 IX 14. Ich habe das sehr unverdiente Compliment gelesen, das Zach und Sie mir über meine Hydrographie gemacht haben. So sehr ich

es fühle, dass Sie zu günstig geurtheilt haben, so ist es mir doch unendlich schmeichelhaft von solchen Männern gelobt zu werden. Ich möchte ihm gerne einen Aufsatz für seine Correspondance französisch schicken, nämlich eine Analyse der Kotzebue'schen Entdeckungen, die einen eigenen Aufsatz in Kotzebue's drittem Bande ausmacht. Nicht nur die wenigen Personen die in Russland über Seecharten sprechen wollen, behaupten, dass die von K. entdeckten Inseln schon früher entdeckt waren, sondern auch K. eigener Reisegefährte Wormskold schickt mir ein Blatt durch Löwenörn, zu beweisen dass die Kutusoff Inseln die Percedores sein müssten. In P. hat Jemand gesagt, die von Kotzebue entdeckten Inseln wären zu klein und zu unbedeutend als dass sie die Engländer hätten entdecken wollen. Es ist doch gut wenn Unwissenheit mit Unsinn gepaart ist. Ich habe also jede einzelne Entdeckung discutirt und gezeigt was neu und was nicht neu ist, um Jeden in Stand zu setzen ein Urtheil über den armen K. zu fällen.

Scherer an Horner, St. Gallen 1821 III 30. Unser Freund Feer hat mir geschrieben, dass Sie gerade beschäftigt waren, eine Tafel zu berechnen (nach Littrow's Formeln), womit man bei jeder Höhe und jedem Stundenwinkel des Polarsternes mittelst einer beobachteten Zenithdistanz die Polhöhe herleiten könne. Wenn Sie mit dieser Tafel fertig sind, so bitte ich Sie inständig mir eine Kopie davon besorgen zu lassen, denn eine solche Tafel wird einen ganz besondern Werth für mich haben, und ich gedenke sie gleich diesen Sommer in Ober-Kastel zu gebrauchen. — Die Idee eine Reise in Ihrer Gesellschaft nach Genua zu machen und dort 14 Tage à 3 Wochen bey dem Baron von Zach ganz der Astronomie gewidmet zu verleben, hätte einen solchen Reiz für mich, dass ich nur mit einem tiefen Seufzer Ihnen ein Nein aussprechen kann; möchten mir meine Verhältnisse eine solche Freude gestatten!

Buzengeiger an Horner, Tübingen 1821 VI 18 Ich habe endlich das Vergnügen Ihnen hiemit die Secondenzähler zu übersenden, und hoffe sie werden dem Endzweck und Ihrer Erwartung vollkommen entsprechen. Sie haben

freie Hemmung nach Emery, Compensations-Unruhe, gehen über 24 Stunden und wärend dem Aufziehen fort, sind aber nur in den ersten 6—8 Stunden nach dem Aufziehen sehr nahe auf mittlere Zeit regulirt. Vor dem Gebrauch ist es also am Besten sie etwa 2 Stunden vorher aufzuziehen, wo sie sodann einige Stunden lang die Zeit genau halten werden; aber auch nach dieser Zeit werden Sie finden, dass sie immer noch sehr genau Zeit halten, und das wenige Zurückbleiben der Zeit mit der Kraftabnahme der Feder sehr regulär und im Verhältniss ist. Regulirt wird die Uhr, auch wie bei den Chronometern, mittelst der Schraubenmassen der Unruhe. Die Regulation der Compensation konnte ich nicht vollenden, so viel ich mir auch Mühe gegeben habe, weil es mir am Ende an anhaltender Kälte fehlte, und überhaupt da sehr lange Zeit dazu gehört, und die allerschwerste und langweiligste Arbeit und bei diesen Instrumenten doch von keiner grossen Bedeutung ist, da sie doch unmittelbar vor und nach dem Gebrauch zur Sicherheit mit der Pendeluhr verglichen werden. Das Angeben der geraden und ungeraden Seconden durch Verschiedenheit des Tons ist bei der einen besser gerahten als bei der andern, inzwischen fehlt es blos an eigentlichen guten Gläschen, die ich aber bei uns nicht bekommen konnte. Den Preis dieser Uhren setze ich zu 100 Gulden das Stück. — Die noch in Handen habende Secundenuhr bitte mir gelegentlich wieder zugehen zu lassen.

Horner an Schumacher (Zürich etwa im Juni 1821).*) Ew. haben mich in Kurzem mit zwei Mittheilungen beehrt, die mir beide ungemein schätzbar sind: Erstlich mit Ihrer trefflichen Ephemeride für 1821, die ich durch Hrn. Prof. Wurm erhielt, und dann mit dem Einladungsschreiben zur Theilnahme an Ihrer neuen Zeitschrift für Astronomen. Ihre Ephemeride für 1821 füllt ein gewiss so oft empfundenes Bedürfniss der practischen Astronomie aus, dass man einzig sich verwundern muss, es so spät erfüllt zu sehen. Um so grösser ist Ihr Verdienst der Erste zu seyn, welcher das, was alle wünschten, in's Werk setzte. Unsere astron. Zeitbücher, selbst

*) Nach einem noch vorhandenen Concepte.

die Bessern, haben eine so gemischte Tendenz, dass es unumgänglich nothwendig wird diese verschiedenen Zwecke zu söndern, und der heutigen Astronomie solche Angaben zu liefern, die ihrer Genauigkeit entsprechend sind. Einen Wunsch kann ich bei dieser Gelegenheit nicht unterdrücken, dass es Ew. gefallen möchte, eine Sammlung der mancherley astronomischen Hülfstafeln von der permanenten Gattung zu veranstalten, wozu Ihnen theils eigene Erfahrung, theils die Ihrer gelehrten Freunde, manchen noch nicht gekannten Beytrag liefern könnte. Dahin würde z. B. von Ihrer im vorigen Jahre herausgegebenen Sammlung die Tafel zur Verwandlung der Sternzeit, die Tafel zur Reduction auf den Meridian, die für Aberration und Nutation und die verschiedenen neuen Refractionstafeln gehören, für welche letztere ich dann unmaassgeblich um den alten Pariser Fuss für Barometer und die 80 theilige Thermometerscala ein Fürwort einlegen möchte; ich thue diess nicht aus Bequemlichkeit, sondern weil diese Maasse in Deutschland vorzüglich gebraucht sind, weil ich Ihre Unternehmung als eine deutsche betrachte, und weil es mir nicht unwesentlich scheint, dass bey den Verwendungen welche der Astronomie in England vorbereitet werden, bey der Selbstsucht, mit welcher die franz. Gelehrten den Vortheil ihrer Sprache zu einer Art von Dictatur benutzen wollen, die deutsche Nation ihren Ruhm nicht selbst in Schatten stelle, den Kaufleuten gleich, welche mit unedler Selbstverläugnung ihr eigenes besseres Fabricat mit dem Stempel von London oder Paris bezeichnen. — Ich habe zwar kein Bedenken getragen, einige meiner Arbeiten in Hrn. v. Zachs französischem Journal in fremder Zunge zu geben, allein ich that das erstlich, weil damals keine andere Zeitschrift für solche Mittheilungen existirte, zweitens, weil ich gegen Herrn v. Zach, den ich in zweijährigem sehr nahem Umgang bey allen Fehlern, die er haben mag, durchaus nur von der edelsten und besten Seite kennen gelernt habe, persönlich grosse, unauslöschliche Verpflichtungen habe, — und drittens, weil ich es nicht hätte wagen dürfen, neben so gewichtigen Aufsätzen, wie Hr. v. Lindenau's Zeitschrift sie enthielt, mit meinen geringfügigen Sachen aufzutreten. Die letztere Betrachtung ist es

besonders, welche mich ungemein schüchtern macht, der von Ew. erhaltenen Einladung zu folgen. Meine Schwäche in der höhern Analyse verbietet mir tiefgehende theoretische Untersuchungen, meine Berufsgeschäfte machen mir zusammenhängende langwierige Rechnungen unmöglich, und zu bedeutenden praktischen Arbeiten, für welche ich noch einiges Geschick hätte, fehlt es mir an hinlänglicher Ausrüstung. Da ich indessen gute Uhren und ein gutes Frauenhofer'sches Fernrohr von 4 Fuss Brennweite besitze, so hoffe ich ausser der Beobachtung der Sternbedeckungen und der Cometen, noch etwas für die Bestimmung der kleinen Fixsterne und Doppelsterne thun zu können, und da würde ich mir es allerdings zu grosser Ehre rechnen die geringe Ausbeute meiner Arbeiten in Ihrer Zeitschrift niederlegen zu dürfen. Hier ist auch wieder eine, wegen schwacher Unterstützung sehr langsam fortschreitende Triangulation der Schweiz in Gang gesetzt worden, deren Detail vielleicht mit der Zeit auf diesem Wege dem Publikum vorgelegt werden könnte, weil nach meiner Meinung hierinn die Publicität allein den Werth der Arbeit verbürgen kann. Ihre eigenen ausgedehnten geodätischen Arbeiten, von denen mir Repsold schon Verschiedenes mittheilte, werden hoffentlich die Eröffnung Ihrer Astronomischen Abhandlungen bilden, auf welche ich mich im Voraus freue. Dass Sie die Mittheilungen in ihrer Ursprache bekannt machen wollen, scheint mir ganz passend. Die Nationalität, auf welche zu halten uns unsere beydseitigen Nachbarn nöthigen, trittet dabey desto besser hervor, und wird auch die Ausländer mit dem deutschen Idiom vertrauter machen. Als man im Jahr 1807 in der Petersburger Academie über die Sprache, in welcher die Abhandlungen abgefasst werden sollten, sich berieth, fand man für gut, das Lateinische und Französische dafür aufzunehmen, indem hoffentlich kein Academiker wäre, der diese Sprachen nicht gut inne hätte. Mit dem Lateinischen dürfte es jedoch bey Manchem schlecht bestellt gewesen sein . . . Einer meiner Freunde hatte bey Gelegenheit der Engl. Astron. Gesellschaft den Einfall, dass man diese gleich der Bibelgesellschaft durch Filialanstalten und allgemeine Geldbeyträge über die ganze Welt

verbreiten sollte, um dadurch eine Casse zu bilden, aus welcher fleissige Beobachter mit Instrumenten versehen, mühsame Rechnungen honorirt, an wichtigen Plätzen neue Sternwarten angelegt werden könnten u. s. w. Allein der Zweck einer astron. Gesellschaft ist denn doch nicht so einfach wie der des Bibelaustheilens. — Wenn es häusliche Verhältnisse mir nicht ganz unmöglich machen, so hoffe ich im nächsten Monat Herrn von Zach in Genua zu besuchen, den ich seit mehr als 20 Jahren nicht mehr gesehen habe. Wie sehr wünschte ich auch der Einladung unseres Freundes Repsold folgen zu können, um Zeuge Ihrer so trefflich unterstützten, so geschickt und thätig geleiteten Arbeiten zu sein. Aber der Weg ist leider etwas weit, und so hoffe ich auf das Vergnügen, Sie in unserer Gegend zu sehen, wenn Sie etwa die süddeutschen und die italienischen Sternwarten und ihre Astronomen besuchen. Dies würde mich unendlich freuen.

Horner an Krusenstern, Zürich 1821 IX 18. Das Andenken an meine Freunde, unter denen ich Sie, Krug und Zach obenansetze, hat mir schon manche frohe Stunde gemacht, indem es mir ein Gefühl innern Werthes gibt, das der Selbstliebe schmeichelt, und bey den öftern Erfahrungen meiner Unzulänglichkeit in manchen Dingen, mich tröstend erhebt. Ich habe soeben auch von Zach, den ich, der unveränderlichen Krankheit meiner Frau wegen, diesen Sommer nicht besuchen konnte, so sprechende Aeusserungen der uneigennützigsten Freundschaft erhalten, dass ich selbst das Uebel, das mich schon so lange niederhält, für eine Quelle wohlthuender Empfindungen halten muss. Krug schreibt freylich nichts; aber ich weiss, dass er nicht minder theilnehmend ist, als Sie oder Zach. — Zach fürchtet, Sie könnten vielleicht Ihre Hydrometrie nicht beendigen, weil der trotz aller Gegenwirkungen dennoch unvermeidliche, allgemeine Krieg Sie in's Feld, d. h. zu Schiffe rufen werde. Ich glaube, das ist nicht zu besorgen; doch möchte ich gern darüber Ihre Ansicht hören. — Kotzebue's Reise ist endlich vor ein paar Wochen hier angekommen; sie gefällt mir sehr wohl und enthält recht viel Interessantes. Ich bitte ihm dafür mein Compliment zu machen. Schade, dass der Corrector seine Sache

nicht besser gemacht hat ... Kotzebue's einfache, anmaassungslose Darstellung hat mir unendlich viel besser gefallen als des Dichters Chamisso abgebissener, geschraubter und dadurch undeutlicher Styl.

Krusenstern an Horner, Ass 1821, XII 31. Ich bin in Verlegenheit an Zach deutsch zu schreiben; da er vielleicht manche Notizen aus meinem Briefe in die Corr. astron. aufnimmt, so würde es ihm weniger Arbeit machen, wenn ich ihm französisch schriebe, das ich freilich auch nicht fehlerfrey schreiben kann, — aber das sähe zu gleicher Zeit so aus, als ob ich prätendirte meinen Brief durchaus in die Corr. aufgenommen zu wissen, und Zach vielleicht nur die Absicht hat einen Auszug aus demselben zu liefern. — Im Jahre 1811 machte mir die Kaiserin Marie ein Cadeau mit einer mit eigener Hand gearbeiteten Medaille des Kaisers Paul; der Brief, den sie mir dabey schrieb, ist so niedlich und so zart abgefasst, dass, so schmeichelhaft er auch mir ist, er noch ehrenvoller für die Gesinnungen meiner Gönnerin ist; ich habe ihn nicht abdrucken lassen, weil ich fürchtete, man könnte es für eine Prahlerey auslegen, aber ich ich würde der Kaiserin Unrecht thun, wenn ich ihn dem Publikum länger vorenthielte. Sollte Zach, etwa bey Gelegenheit der französischen Ausgabe meiner Reisen, nicht diesen Brief, den er von Ihnen bekommen kann, abdrucken lassen? — Im Jahre 1815, wie der Grossfürst Nicolaus die Reise nach England antrat, so bat mich die Kaiserin einen Aufsatz über England zu machen, der dem Grossfürsten als Leitfaden zu s. Aufenthalt daselbst dienen könnte; sie war mit meiner Arbeit ausnehmend zufrieden, und schrieb mir einen sehr verbindlichen Brief darüber. Ich übersende Ihnen das Memoire bei einer andern Gelegenheit. Nach meinem Tode können Sie es drucken lassen, wenn Sie glauben, das es mir keine Schande macht.

H. W. Brandes an Horner, Breslau 1822. II. 23. Du wirst mir verzeihen, dass ich mein vielleicht fast bei Dir erloschenes Andenken einmal wieder zu erneuern suche, und nachdem ich anscheinend seit Jahren keinen Theil an Deinem Wohlergehen genommen habe, mich jetzt an Dich wende, da es eine meteorologische Frage gilt. Indess vergessen habe

ich Dich nicht, obschon eine schriftliche Mittheilung nicht unter uns stattgefunden hat, und zu hören dass es Dir wohl gehe würde mich immer freuen, so wie ich mich auch immer freue Deine Arbeiten, z. B. in Zach's Corr. astr. zu sehen. — Meine meteorologischen Exercitien in den Beiträgen zur Witterungskunde hast Du vielleicht gesehen, und dann wirst Du Dir erklären können, warum ich die niedrigen Barometerstände so wichtig finde. Diese sind es auch jetzt, die mich veranlassen Dich um etwas zu bitten. Ich sammle alle Nachrichten über die niedrigen Barometerstände am 24. u. 25. Dez. 1821, und bitte Dich recht sehr mir aus der Schweiz Beiträge zu verschaffen. Am liebsten wären mir fortgehende Beobachtungen vom 20.—30. Dez. und Angabe der mittleren Barometerhöhe jedes Ortes, sodann auch Nachrichten von der Richtung und Heftigkeit der Winde. Könnte ich dies von recht vielen Orten, von Orten, die recht hoch und recht tief in jenen Gegenden liegen, erhalten, so wäre das ein höchst erwünschter Beitrag zu meinen Untersuchungen. — Von mir selbst muss ich Dir doch sagen, dass es mir sehr wohl geht, dass ich in meinen Vorlesungen glücklich bin, und eine sich jährlich mehrende reiche Anzahl von Zuhörern habe. Auch im Aeusserlichen habe ich alle Ursache zur Zufriedenheit. Ich wünsche dass es auch bei Dir der Fall ist.

Krusenstern an Horner, Petersburg 1822 II 28. Ich muss Ihnen von mir eine Nachricht geben, die Sie interessiren wird. Der Contre-Admiral Moller, mit dem ich immer in freundschaftlichen Verhältnissen gestanden habe, hat gestern dem Kaiser eine Vorstellung über meine Arbeit gemacht, und mein Atlas der Südsee wird trotz der Sarytscheff etc. gestochen werden. Ich werde daher ganz nach Petersburg ziehen um die Charten unter meiner eigenen Aufsicht stechen zu lassen. Meine Familie wird mich vielleicht begleiten, d. h. wenn ich eine kleine Zulage bekomme. Vorerst hat man mir bloss 1200 Rbl. Tafelgeld bestimmt; ich habe zwar die Aussicht bald zu avanciren, d. h. Contre-Admiral zu werden, aber das gibt mir keine Zulage zu meinem Gehalt. Unter 12000 Rbl. ist es mir aber ganz unmöglich hier mit meiner Familie zu leben, und ich kann von meiner eige-

nen Rente höchstens 3000 Rbl zulegen, da mein ältester Sohn über 3000 Rbl. jährlich wenigstens bis jetzt gekostet hat. Sie sehen es sind noch manche Schwierigkeiten zu überwinden, ehe ich Petersburg ganz bewohnen werde.

D. Rytz an Horner, Leipzig 1822 IV 8. Die vielen und unvergesslichen Beweise, die Sie mir in Zürich fortwährend von Ihrem Wohlwollen und Ihrer Theilnahme in Wort und That gegeben haben, und die Zuversicht mit der ich, durch Ihre eigenen gütigen Versicherungen aufgemuntert, auf die Fortdauer Ihrer unschätzbaren Freundschaft zu bauen wage, entschuldigen nicht nur, wie ich hoffe, sondern machen es mir zur Pflicht, mein verehrtester väterlicher Freund, Ihnen Nachricht von einer Veränderung zu geben, die ich in Rücksicht auf den Ort meiner Studien zu machen gesonnen bin. Da mein Plan Ihrem Rathe, den sie mir über meine Studien zu ertheilen die Güte hatten, gemäss ist, so glaube ich Ihnen denselben um so eher darlegen und auf Ihre Genehmigung hoffen zu dürfen. — Von mathematischen Vorlesungen konnte ich in diesem Winter eine einzige über Algebra (Theorie der höheren Gleichungen und unbestimmte Analysis) anhören; eine zweite Einleitung in die Analysis des Unendlichen, war zwar angeschlagen, kam aber aus Mangel an hinlänglichen Zuhörern, nicht zu Stande; die einzige astronomische, die gehalten wurde, über die Berechnung der Finsternisse und Bedeckungen, ein populäres Collegium, worin bloss auf Tage, kaum auf Stunden, in der Berechnung Rücksicht genommen wurde, glaubte ich nach den ersten paar Stunden ohne grossen Verlust verlassen zu dürfen. Zu diesem Mangel an Collegien für mein Hauptfach kam noch der an den nöthigen mathematischen Büchern, wovon auf der hiesigen Universitäts-Bibliothek durchaus nichts Erhebliches zu finden ist, und in einer Privat-Bibliothek Eingang zu finden, hatte ich bis jetzt weder Geschick noch Gelegenheit. Sie werden nun wohl begreifen, vererthester Herr Hofrath, dass ich ungeachtet Hrn. Professor Gilbert's belehrenden und schätzenswerthen Vorlesungen über Physik und Chemie, die ich anzuhören das Glück hatte, bei solchen, für meinen Zweck und besonders in Hinsicht auf meine kurze noch übrige Studienzeit, sehr ungünstigen Umständen, und

bei keiner bessern Aussicht auf den Sommer-Curs, so früh als es mit Erfolg geschehen konnte, nach Göttingen schrieb, und mich sorgfältig erkundigte, was ich dort zu hoffen hätte. So erfuhr ich, vor einem Monat ungefähr, dass zwar Gauss wegen Messungen künftigen Sommer nicht zu Hause sein, dagegen Thibaut unter Anderm Differential- und Integral-Rechnung und Harding Theoretische Astronomie vortragen werde. Dass gerade der berühmte Mathematiker Gauss, um dessen Vorlesungen willen Sie mir riethen, nach Göttingen zu gehen, im folgenden Sommer kein Collegium halten werde, war mir allerdings eine unangenehme Nachricht. Ich tröstete mich aber darüber theils mit der Betrachtung, dass ich, aus Mangel an den nöthigen Vorkenntnissen, von den Vorlesungen des Hrn. Professor Gauss doch nicht den erforderlichen Nutzen gehabt hätte, theils mit der Berücksichtigung jener beiden andern Collegien, die mir nicht nur als Vorbereitung, im Fall ich im Winter Gauss anhören könnte, sondern an und für sich als Beförderungsmittel für mein Studium der Mathematik wichtig genug schienen, um mich, in Verbindung mit den wichtigen Hülfsmitteln an Büchern, die sich von der Göttinger Universitäts-Bibliothek erwarten lassen, zum Besuche jener Universität bewegen zu können. Um sicher zu seyn, dass die angekündigten Collegien auch gelesen werden, dass ich mich also nicht auf das Ungewisse hin nach Göttingen begebe, erkundigte ich mich auch darüber, und erhielt gestern die befriedigende Antwort, dass ich darauf zählen dürfe: Herrn Professor Thibaut habe es befremdet zu hören, wie man zweifeln könne, dass Vorlesungen, die ein Göttinger Professor angekündigt, auch gehalten werden! — Auf den angeführen Gründen beruht nun mein Entschluss von dem Rathe, den Sie mir früher die Güte hatten zu geben, jetzt Gebrauch zu machen und nach Göttingen zu ziehen. Dass Sie mir hierin Ihren Beifall nicht versagen mögen, ist mein lebhaftester Wunsch, den ich mit der schüchternen Bitte zu verbinden wage, dass Sie mich ferner Ihres Wohlwollens, Ihres Rathes, Ihrer so unschätzbaren Freundschaft würdigen mögen. (Fortsetzung folgt).

[R. Wolf.]

Einleitung in die Hydrodynamik

von

Jacob Müller.

Bearbeitet und herausgegeben von L. Henneberg.

Die vorliegende Arbeit ist den Schriften des in der Blüthe seiner Jahre gestorbenen Jacob Müller entnommen und sollte nach dem Plane desselben das erste Capitel zu einem Lehrbuche der Hydrodynamik bilden. Der Herausgeber, dem die betreffenden hinterlassenen Manuscripte von Herrn Professor Fiedler freundlichst anvertraut sind, hat über die Fortsetzung des Werkes abgesehen von einem kurzen Programme nichts vorgefunden und hat sich daher entschlossen, dieses erste Capitel, welches ihm theils der eigenthümlichen Auffassung, theils der Behandlung desjenigen Falles wegen, in dem die Componenten der Rotation ein Potential besitzen, von Werth zu sein schien, für sich als Fragment der Oeffentlichkeit zu übergeben.

Zürich, im Mai 1878.

L. Henneberg.

In den Problemen der Hydrodynamik ist das bewegliche Element ein räumlich ausgedehntes kleines Theilchen der Flüssigkeit, das immer noch eine grosse Anzahl von Atomen enthält.

Ein Punct des Raumes fällt im Allgemeinen nicht immer mit einem Atome zusammen und benachbarte Atome können in einem gegebenen Momente ganz verschiedene Bewegungen haben. Daher werden in einem Systeme von Puncten die Geschwindigkeiten zwar Functionen der Zeit

und der Coordinaten, aber die letzteren müssen immer auf denselben materiellen Punct bezogen werden. Wenn aber das bewegte Element selber noch viele solche Puncte enthält, so nimmt seine Geschwindigkeit die Bedeutung einer mittleren Geschwindigkeit an. Diese nun kann mit Recht als Function der Zeit und der Coordinaten schlechthin, d. h. abgesehen von der Erfüllung des Raumelementes, betrachtet werden. In einem bestimmten Raumelemente ist also die Geschwindigkeit eine Function der Zeit und in einem gegebenen Momente eine Function der Coordinaten. In diesem Sinne wird im Folgenden die Geschwindigkeit aufgefasst werden.

Eine punktuelle Natur des Elementes bedingt, dass seine Bewegung nur eine Translation sein kann, die räumliche Ausdehnung desselben führt zu einer grösseren Mannigfaltigkeit von Bewegungsformen. Wird von der Translation, die im letzteren Falle, wie beim materiellen Puncte möglich ist, abgesehen, so ergibt die Anschauung für das Flüssigkeitstheilchen sofort noch Drehungen um einen festen Punct, Verschiebungen der kleinsten Theilchen gegen einander etc. Diese Mannigfaltigkeit der Bewegungsformen soll untersucht werden; die Betrachtungen stützen sich auf die definirte Auffassung der Geschwindigkeiten und sehen vollständig von den die Bewegung hervorrufenden Kräften ab.

1.

Es sei ein kleines Theilchen der Flüssigkeit gegeben; wie sind die unendlich kleinen Aenderungen beschaffen, welche dasselbe infolge seiner Bewegung im Zeitelemente erleidet?

Das gegebene Element sei zerlegt in unendlich kleine

Theilchen höherer Ordnung. Zur Zeit t seien die Coordinaten eines solchen kleinen Theilchens x, y, z, die Componenten der Geschwindigkeit u, v, w. Dann werden die Coordinaten zur Zeit $t + dt$

$$x + udt, \quad y + vdt, \quad z + wdt.$$

Ein zweites Theilchen höherer Ordnung habe zur Zeit t die Coordinaten $x + a$, $y + b$, $z + c$, wo a, b, c unendlich kleine Grössen bedeuten. Dieses Theilchen hat zur Zeit $t + dt$ die Coordinaten

$$x + a + dt\left(u + \frac{\partial u}{\partial x} a + \frac{\partial u}{\partial y} b + \frac{\partial u}{\partial z} c\right),$$

$$y + b + dt\left(v + \frac{\partial v}{\partial x} a + \frac{\partial v}{\partial y} b + \frac{\partial v}{\partial z} c\right),$$

$$z + c + dt\left(w + \frac{\partial w}{\partial x} a + \frac{\partial w}{\partial y} b + \frac{\partial w}{\partial z} c\right).$$

Es sei jetzt ein zweites Coordinatensystem eingeführt, dessen Axen dieselbe Richtung haben wie die des ursprünglichen und dessen Anfangspunkt in dem Puncte $(x\,y\,z)$ des alten Systemes liege. Bezogen auf dieses neue Coordinatensystem sind die Coordinaten des zweiten Flüssigkeitstheilchens zur Zeit t a, b, c; zur Zeit $t + dt$ seien sie a', b', c'. Dann ist (nach einer kleinen Veränderung der Schreibweise)

$$\left.\begin{aligned} a' &= udt + \left(1 + \frac{\partial u}{\partial x} dt\right) a + \frac{\partial u}{\partial y} dt\, b + \frac{\partial u}{\partial z} dt\, c, \\ b' &= vdt + \frac{\partial v}{\partial x} dt\, a + \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} dt\right) b + \frac{\partial v}{\partial z} dt\, c, \\ c' &= wdt + \frac{\partial w}{\partial x} dt\, a + \frac{\partial w}{\partial y} dt\, b + \left(1 + \frac{\partial w}{dz} dt\right) c. \end{aligned}\right\} \quad (1.)$$

Diese Ausdrücke sind lineare Functionen von a, b, c, die 12 von einander unabhängige Coefficienten enthalten.

Die grösste Zahl solcher Coefficienten in einem Systeme dieser Art ist in der That 12; daher werden in (1.) a', b', c' durch die allgemeinsten linearen Functionen von a, b, c ausgedrückt. Die kleinen Theilchen höherer Ordnung erhalten also durch die Bewegung des Elementes neue Coordinaten, welche lineare Functionen der allgemeinsten Form von den ursprünglichen sind. Dies ist eine Folge der unendlich kleinen Grösse, welche die auf das Zeitelement dt sich beziehende Bewegung des Elementes hat.

Die Coefficienten in (1.) sind unendlich klein bis auf den von a in a', von b in b' und von c in c', wo der Coefficient je um eine unendlich kleine Grösse von 1 verschieden ist. Die Bedeutung dieser Coefficienten hat die folgende Untersuchung zu lehren.

Es seien x, y, z die Coordinaten des Elementes irgend eines Systemes von Puncten. Dieses System soll Veränderungen erfahren, welche in unendlich kleiner Zeit entstehen und darum selber unendlich klein sind. Nach diesen Veränderungen seien die Coordinaten des gegebenen Elementes x', y', z'; es sind solche Veränderungen gesucht, bei denen x', y', z' lineare Functionen von x, y, z werden.

Eine Veränderung dieser Art ist erstens die Verschiebung des Systemes. Die Gleichungen der Verschiebung sind

$$x' = x + a, \qquad y' = y + b, \qquad z' = z + c.$$

In diesen einfachsten linearen Functionen haben die drei Coefficienten a, b, c die geometrische Bedeutung der Verschiebungen nach den Coordinatenaxen; die ganze Verschiebung ist

$$\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}.$$

Eine zweite Veränderung der gesuchten Art ist die Drehung des Systemes um den Anfangspunkt der Coordinaten. Hier ist

$$x' = \alpha_1 x + \beta_1 y + \gamma_1 z,$$
$$y' = \alpha_2 x + \beta_2 y + \gamma_2 z,$$
$$z' = \alpha_3 x + \beta_3 y + \gamma_3 z,$$

wobei zwischen den neun Coefficienten die Relationen bestehen:

$$\alpha_1^2 + \beta_1^2 + \gamma_1^2 = 1, \qquad \alpha_1 \alpha_2 + \beta_1 \beta_2 + \gamma_1 \gamma_2 = 0,$$

$$\alpha_2^2 + \beta_2^2 + \gamma_2^2 = 1, \qquad \alpha_2 \alpha_3 + \beta_2 \beta_3 + \gamma_2 \gamma_3 = 0,$$

$$\alpha_3^2 + \beta_3^2 + \gamma_3^2 = 1, \qquad \alpha_3 \alpha_1 + \beta_3 \beta_1 + \gamma_3 \gamma_1 = 0.$$

Die Bestimmung dieser Coefficienten ist für die dem Zeitelemente dt entsprechende unendlich kleine Drehung folgende:

Bei einer unendlich kleinen Drehung sind auch die Ortsveränderungen aller Puncte unendlich klein, d. h. $x' - x$, $y' - y$, $z' - z$ sind alle drei unendlich kleine Grössen, welches auch die Werthe von x, y, z seien. Bildet man sich diese Differenzen nach den angegebenen Gleichungen der Drehung, so ergibt sich sofort, dass für ihre unendliche Kleinheit nach einander unendlich klein sein müssen

$$\begin{array}{lll} \alpha_1 - 1, & \beta_1, & \gamma_1, \\ \alpha_2, & \beta_2 - 1, & \gamma_2, \\ \alpha_3, & \beta_3, & \gamma_3 - 1. \end{array}$$

Bei der unendlichen Kleinheit von β_1 und γ_1 werden nun in der ersten Relationsgleichung $\alpha_1^2 + \beta_1^2 + \gamma_1^2 = 1$ der zweite und dritte Summand unendlich klein gegen den ersten; die Gleichung reducirt sich daher auf $\alpha_1^2 = 1$. Da nun weiter $\alpha_1 - 1$ unendlich klein, also α_1 unendlich wenig grösser als 1 sein soll, so kann nur gesetzt werden

$$\alpha_1 = +1.$$

Ebenso folgt aus den beiden anderen Gleichungen derselben Reihe

$$\beta_2 = +1 \text{ und } \gamma_3 = +1.$$

Bei der unendlichen Kleinheit von γ_1 und γ_2 wird ferner in der ersten Gleichung der zweiten Reihe: $\alpha_1\alpha_2 + \beta_1\beta_2 + + \gamma_1\gamma_2 = 0$ das dritte Glied unendlich klein von höherer Ordnung, und daher die Gleichung selber $\alpha_1\alpha_2 + \beta_1\beta_2 = 0$; aber da α_1 und β_2 je nur unendlich wenig von 1 verschieden sind, so wird dies

$$\alpha_2 + \beta_1 = 0.$$

Analog ergeben die beiden letzten Relationen

$$\beta_3 + \gamma_2 = 0 \textit{ und } \alpha_3 + \gamma_1 = 0.$$

Diese Werthe der Coefficienten substituire man in die Ausdrücke für x', y', z' und setze dabei

$$\left.\begin{aligned} \gamma_2 &= -\beta_3 = \varphi, \\ \alpha_3 &= -\gamma_1 = \psi, \\ \beta_1 &= -\alpha_2 = \chi. \end{aligned}\right\} \quad (\alpha.)$$

Dann gehen die Gleichungen für die Rotation über in die folgenden

$$\left.\begin{aligned} x' &= x + \chi y - \psi z, \\ y' &= -\chi x + y + \varphi z, \\ z' &= \psi x - \varphi y + z. \end{aligned}\right\} \quad (\alpha.)$$

Werden in den Producten der rechten Seiten dieser Gleichungen für x, y, z die Grössen $x', y' z'$ gesetzt, wobei sich dieselben nur um unendlich kleine Grössen höherer Ordnung ändern, und werden dann die Gleichungen nach x, y, z aufgelöst, so entsteht die analoge Form

$$\left.\begin{aligned} x &= x' - \chi y' + \psi z', \\ y &= \chi x' + y' - \varphi z', \\ z &= -\psi x' + \varphi y' + z'. \end{aligned}\right\} \quad (\alpha')$$

Die Termen (a) und (a') lassen sofort die geometrische Bedeutung der Coefficienten φ, ψ, χ erkennen. Ist $\psi = \chi = 0$, so ergibt die erste Gruppe

$$x' = x, \quad y' = y + \varphi z, \quad z' = -\varphi y + z.$$

Soll jetzt weiter $y = z = 0$ sein, so wird

$$x' = x, \quad y' = 0, \quad z' = 0$$

d. h der auf der x Axe gelegene Punct $(x, 0, 0)$ erleidet keine Verschiebung. Die Drehung muss also um die x Axe geschehen sein. Dabei ist φ der Winkel der Drehung. Ist allgemein ϑ ein solcher Drehungswinkel, so ist

$$x' = x, \quad y' = y \cos\vartheta + z \sin\vartheta, \quad z' = z \cos\vartheta - y \sin\vartheta.$$

Bei einer unendlich kleinen Drehung wird aber $\cos\vartheta = 1$, $\sin\vartheta = \vartheta$ und infolge davon in Uebereinstimmung mit den obigen Formeln

$$x' = x, \quad y' = y + z\vartheta, \quad z' = -y\vartheta + z.$$

Ebenso ergibt sich, dass $\varphi = \chi = 0$ einer Drehung um die y Axe mit dem Winkel ψ und dass $\varphi = \psi = 0$ einer solchen um die z Axe mit dem Winkel χ entspricht. Dabei ist natürlich die Grösse $\frac{180}{r\pi}$ als Einheit angenommen, wo r den Radius der Rotation bedeutet.

Wenn keine der Grössen φ, ψ, χ verschwindet, so ist gleichzeitig φ der Drehungswinkel um die x Axe, ψ der um die y Axe und χ der um die z Axe. In diesem Falle hat die Drehung um eine durch den Anfangspunkt gehende Gerade stattgefunden, welche mit den Axen Winkel bildet, deren Cosinus sich verhalten wie $\varphi : \psi : \chi$. Die genannte Linie ist nämlich dadurch charakterisirt, dass für ihre Puncte

$$x' = x, \quad y' = y, \quad z' = z.$$

Wird dies in (*a.*) eingesetzt, so ergibt sich sofort die Doppelproportion

$$x : y : z = \varphi : \psi : \chi;$$

wie die Coordinaten der Punkte verhalten sich aber immer die Cosinus der Geraden, die durch den Anfangspunct geht.

Die unendlich kleine Strecke, welche der Punct x, y, z bei der Drehung zurücklegt, ist gleich der geraden Entfernung der Puncte x, y, z und x', y', z'

$$\sigma^2 = (x' - x)^2 + (y' - y)^2 + (z' - z)^2.$$

Setzt man hierin für die Differenzen ihre Werthe aus (a) ein, so bekommt man

$$\sigma^2 = (\chi y - \psi z)^2 + (\varphi z - \chi x)^2 + (\psi x - \varphi y)^2.$$

Der Punct x, y, z sei so gewählt, dass die ihn mit dem Nullpunct verbindende Gerade senkrecht auf der Drehungsaxe steht; dann ist

$$\varphi x + \psi y + \chi z = 0.$$

Addirt man das Quadrat dieser Gleichung zu der vorhergehenden, so erhält man

$$\sigma^2 = (\varphi^2 + \psi^2 + \xi^2)\ (x^2 + y^2 + z^2),$$

$$\sigma = \sqrt{\varphi^2 + \psi^2 + \chi^2}\ \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}.$$

In diesem Ausdrucke bedeutet der zweite Factor den Abstand des betrachteten Punctes von der Drehungsaxe. Der Bogen σ ist aber gleich dem Producte aus diesem Abstande in den Drehungswinkel. Daher ist der Drehungswinkel

$$\sqrt{\varphi^2 + \psi^2 + \chi^2},$$

ein bekannter Satz über die Zusammensetzung unendlich kleiner Rotationen. *)

---

*) Helmholtz: Borchardt's Journal für die reine und angewandte Mathematik, Bd. 55, pg. 29.

Eine dritte Veränderung des Systemes, welche die neuen Coordinaten zu linearen Functionen der alten macht, ist eine Ausdehnung in drei zu einander senkrechten Richtungen, wobei vorausgesetzt ist, dass die Ausdehnung in einer gegebenen Richtung constant, in verschiedenen aber verschieden sei. Zur Untersuchung dieser Veränderung führe man ein neues Coordinatensystem ein, das denselben Ursprung wie das alte besitzt, dessen Axen aber durch die im Allgemeinen von den ursprünglichen Axen verschiedenen Richtungen der Dilatation bestimmt sind. Bezogen auf dieses neue System seien die Coordinaten der Anfangslage x, y, z nun s_1, s_2, s_3, diejenigen der Endlage x', y', z' dagegen s'_1, s'_2, s'_3. Dann ist

$$\begin{aligned} x' &= s'_1 \cos(s_1\, x) + s'_2 \cos(s_2\, x) + s'_3 \cos(s_3\, x), \\ y' &= s'_1 \cos(s_1\, y) + s'_2 \cos(s_2\, y) + s'_3 \cos(s_3\, y), \\ z' &= s'_1 \cos(s_1\, z) + s'_2 \cos(s_2\, z) + s'_3 \cos(s_3\, z) \end{aligned}$$

ein System homogener linearer Gleichungen.

In diesen Gleichungen sind die Winkel gegebene Grössen. Da s'_1, s'_2, s'_3 sich unendlich wenig von s_1, s_2, s_3 unterscheiden, so kann man setzen

$$\begin{aligned} s'_1 &= s_1\,(1+\lambda), \\ s'_2 &= s_2\,(1+\mu), \\ s'_3 &= s_3\,(1+\nu), \end{aligned}$$

wo λ, μ, ν unendlich kleine Grössen sind, und erhält so ein zweites System homogener linearer Gleichungen.

In diesen letzteren sind endlich s_1, s_2, s_3 ausdrückbar durch x, y, z. Es ist nämlich

$$\begin{aligned} s_1 &= x \cos(s_1\, x) + y \cos(s_1\, y) + z \cos(s_1\, z), \\ s_2 &= x \cos(s_2\, x) + y \cos(s_2\, y) + z \cos(s_2\, z), \\ s_3 &= x \cos(s_3\, x) + y \cos(s_3\, y) + z \cos(s_3\, z) \end{aligned}$$

ein drittes System homogener linearer Gleichungen.

Substituirt man jetzt aus dem dritten Systeme die Werthe von s_1, s_2, s_3 in das zweite und dann aus dem zweiten die Werthe von s'_1, s'_2, s'_3 in das erste, so erhält man x', y', z' ausgedrückt durch x, y, z in homogenen linearen Functionen. Diese Functionen enthalten 9 Coefficienten; 6 von denselben sind von einander unabhängig, nämlich λ, μ, ν und die drei Grössen, auf welche sich gemäss den schon angeführten Relationen die 9 Cosinus reduciren. Daraus folgt, dass drei Relationsgleichungen zwischen diesen 9 Coefficienten stattfinden müssen. Diese sind die folgenden:

Der Coefficient von y ist in dem Ausdrucke für x'

$$\left.\begin{matrix} x' \\ y \end{matrix}\right\} = (1+\lambda)\cos(s_1 x)\cos(s_1 y) + (1+\mu)\cos(s_2 x)\cos(s_2 y) + (1+\nu)\cos(s_3 x)\cos s_3 y).$$

Die rechte Seite ist symmetrisch in Beziehung auf x und y. Daher muss sein in analoger symbolischer Bezeichnungsweise

$$\left.\begin{matrix} x' \\ y \end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix} y' \\ x \end{matrix}\right\}.$$

Ebenso ergibt sich,

$$\left.\begin{matrix} y' \\ z \end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix} z' \\ y \end{matrix}\right\}, \quad \left.\begin{matrix} z' \\ x \end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix} x' \\ z \end{matrix}\right\}. \qquad (\beta.)$$

Bezeichnet man die 6 Coefficienten, auf welche sich so die ursprüngliche Anzahl reducirt mit $\mathfrak{a}, \mathfrak{b}, \mathfrak{c}, \mathfrak{d}, \mathfrak{e}, \mathfrak{f}$, so werden hiernach die Werthe von x', y', z'

$$\left.\begin{aligned} x' &= \mathfrak{a}x + \mathfrak{d}y + \mathfrak{e}z, \\ y' &= \mathfrak{d}x + \mathfrak{b}y + \mathfrak{f}z, \\ z' &= \mathfrak{e}x + \mathfrak{f}y + \mathfrak{c}z. \end{aligned}\right\} \quad (b.)$$

Die Grössen λ, μ, ν, die in den Coefficienten dieser Gleichungen neben den Richtungscosinus vorkommen, haben ihren Definitionsgleichungen gemäss die geometrische Bedeutung der Dilatationen nach den drei zu einander senk-

rechten Richtungen. Ein Würfel vom Inhalte 1 wird somit $(1+\lambda)(1+\mu)(1+\nu)$ und daraus ergibt sich unter Vernachlässigung unendlich kleiner Grössen höherer Ordnung sofort die räumliche Ausdehnung

$$\lambda + \mu + \nu.$$

Es existiren also drei Arten von unendlich kleinen Veränderungen, welche alle die Eigenschaft haben, dass die Coordinaten eines Punctes nach der Veränderung lineare Functionen sind der Coordinaten vor der Veränderung: die Verschiebung, die Drehung und die Ausdehnung. Bei der Verschiebung treten in den Functionen drei, bei der Drehung ebenfalls drei, bei der Ausdehnung aber sechs von einander unabhängige Coefficienten auf.

Werden nun alle drei Veränderungen nach einander an demselben Systeme vorgenommen, so sind auch noch die Coordinaten nach den Veränderungen lineare Functionen der Coordinaten vor denselben. Diese Functionen enthalten 12 von einander unabhängige Coefficienten. Die Zahl der Coefficienten kann aber nur 12 sein. Daraus folgt, dass jene drei Veränderungen zusammen die neuen Coordinaten zu linearen Functionen der alten von der allgemeinsten Form machen, dass also Verschiebung, Drehung und Ausdehnung vereinigt die allgemeinste unendlich kleine Aenderung des Systemes bilden.

Es soll jetzt umgekehrt eine unendlich kleine Aenderung der genannten Art, bei welcher die neuen Coordinaten lineare Functionen der ursprünglichen von der allgemeinsten Form sind, gegeben sein und dieselbe in jene drei partiellen Veränderungen zerlegt werden, durch deren Vereinigung sie entstanden gedacht werden kann.

Die ursprünglichen Coordinaten eines Punctes seien

x, y, z, die schliesslichen x', y', z'; dann bestehen die Gleichungen

$$\begin{aligned} x' &= a + a_1 x + a_2 y + a_3 z, \\ y' &= b + b_1 x + b_2 y + b_3 z, \\ z' &= c + c_1 x + c_2 y + c_3 z, \end{aligned}$$

in denen nach einander unendlich klein werden sollen

$$\begin{array}{llll} a, & a_1 - 1, & a_2, & a_3, \\ b, & b_1, & b_2 - 1, & b_3, \\ c, & c_1, & c_2, & c_3 - 1. \end{array}$$

Die Veränderungen seien in der Reihenfolge: Dilatation, Rotation, Translation ausgeführt, die Coordinaten nach der Drehung ξ', η', ζ', vor derselben ξ, η, ζ.

Die Verschiebungen in den Richtungen der Coordinatenaxen, die für alle Puncte dieselben, also von x, y, z unabhängig sind, sind offenbar a, b, c. Daher werden die Coordinaten des Punctes x, y, z vor der Verschiebung

$$\xi' = x' - a, \qquad \eta' = y' - b, \qquad \zeta' = z' - c.$$

Setzt man in diesen Gleichungen für x', y', z' die Werthe aus den obigen Definitionsgleichungen ein, so bekommt man für diese erste Gruppe von Unbekannten

$$\left.\begin{aligned} \xi' &= a_1 x + a_2 y + a_3 z, \\ \eta' &= b_1 x + b_2 y + b_3 z, \\ \zeta' &= c_1 x + c_2 y + c_3 z. \end{aligned}\right\} \quad (c.)$$

Dies sind aber auch die Coordinaten des Punctes x, y, z nach der Rotation. Die Coordinaten desselben vor der Rotation bestimmen sich aus jenen durch die Gleichungen $(a'.)$

$$\begin{aligned} \xi &= \xi' - \chi \eta' + \psi \zeta', \\ \eta &= \chi \xi' + \eta' - \varphi \zeta', \\ \zeta &= -\psi \xi' + \varphi \eta' + \zeta'. \end{aligned}$$

Werden hierin die eben gefundenen Werthe von ξ', η', ζ'

aus (c) eingesetzt und dabei die unendlich kleinen Grössen zweiter Ordnung vernachlässigt, so ergibt sich

$$\begin{aligned}\xi &= a_1 x + (a_2 - \chi) y + (a_3 + \psi) z,\\ \eta &= (b_1 + \chi) x + b_2 y + (b_3 - \varphi) z,\\ \zeta &= (c_1 - \psi) x + (c_2 - \varphi) y + c_3 z.\end{aligned}$$

Dies sind die Coordinaten des Punctes x, y, z nach der Dehnung; diejenigen vor der Dehnung sind die ursprünglichen x, y, z. Daher gelten für die Coefficienten der letzten Gleichungen die Relationen (β)

$$\left.\begin{matrix}\xi\\ y\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}\eta\\ x\end{matrix}\right\}, \quad \left.\begin{matrix}\eta\\ z\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}\zeta\\ y\end{matrix}\right\}, \quad \left.\begin{matrix}\zeta\\ x\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}\xi\\ z\end{matrix}\right\}.$$

Es muss also z. B. $a_2 - \chi = b_1 + \chi$, d. h. $\chi = \frac{a_2 - b_1}{2}$. Daraus entspringen die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned}\varphi &= \frac{b_3 - c_2}{2},\\ \psi &= \frac{c_1 - a_3}{2},\\ \chi &= \frac{a_2 - b_1}{2},\end{aligned}\right\} \quad (\gamma.)$$

welche die Rotationen bestimmen.

Setzt man die Werthe von φ, ψ, χ aus (γ) ein in die obigen Gleichungen, so folgt für die zweite Gruppe von Unbekannten

$$\left.\begin{aligned}\xi &= a_1 x + \frac{a_2 + b_1}{2} y + \frac{a_3 + c_1}{2} z,\\ \eta &= \frac{b_1 + a_2}{2} x + b_2 y + \frac{b_3 + c_2}{2} z,\\ \zeta &= \frac{c_1 + a_3}{2} x + \frac{c_2 + b_3}{2} y + c_3 z,\end{aligned}\right\} \quad (\delta.)$$

woraus sich Schlüsse über die Dilatation ziehen lassen.

Hierzu wähle man den Punct x, y, z auf einer Kugelfläche, welche mit dem Radius 1 um den Ursprung der Coordinaten beschrieben ist, d. h. es soll sein

$$x^2 + y^2 + z^2 = 1.$$

Lässt man die Axen der x, y, z mit den drei zu einander senkrechten Richtungen s_1, s_2, s_3 der Dehnung zusammenfallen, so sind nach derselben die Coordinaten

$$\xi = (1+\lambda)\,x, \qquad y = (1+\mu)\,y, \qquad \zeta = (1+\nu)\,z.$$

Werden die aus diesen Gleichungen bestimmten Werthe von x, y, z in die vorhergehende Gleichung eingesetzt, so bekommt man

$$\frac{\xi^2}{(1+\lambda)^2} + \frac{\eta^2}{(1+\mu)^2} + \frac{\zeta^2}{(1+\nu)^2} = 1,$$

d. h. der Punct ξ, η, ζ liegt auf einem Ellipsoide, dessen Hauptaxen die Richtungen s_1, s_2, s_3 haben und beziehlich $1+\lambda$, $1+\mu$, $1+\nu$ sind. Diese Hauptaxen sollen bestimmt werden. Sie werden gefunden, indem man die Minima und Maxima von $\xi^2+\eta^2+\zeta^2$ sucht unter der Bedingung, dass $x^2+y^2+z^2=1$.

Aus den Gleichungen (*d.*) ergibt sich bei Vernachlässigung der unendlich kleinen Grössen zweiter Ordnung

$$\xi^2+\eta^2+\zeta^2 = a_1^2x^2 + b_2^2y^2 + c_3^2z^2 + 2(a_2+b_1)xy + 2(b_3+c_2)yz + 2(c_1+a_3)zx.$$

Die Bedingung für die Grenzwerthe dieser Grösse ist daher

$$\left(a_1^2x + [a_2+b_1]y + [c_1+a_3]z\right)dx + \left(b_2^2\,y + [a_2+b_1]\,x + [b_3+c_2]\,z\right)dy + \left(c_3^2z + [c_1+a_3]\,x + [b_3+c_2]\,y\right)dz = 0. \quad (l.)$$

Diese Gleichung ist an die Beschränkung geknüpft $x^2+y^2+z^2=1$. Daraus ergibt sich für die Differentiale dx, dy, dz die Bedingung

$$x\,dx + y\,dy + z\,dz = 0. \qquad (m.)$$

Vermittelst der Gleichung (*m.*) kann man eines der Differentiale aus der Gleichung (*l.*) eliminiren; wenn dann die übrig bleibenden unabhängig von einander gesetzt werden,

so zerfällt die Gleichung (*l.*) in die Gleichungen des Problemes. Statt dessen kann man aber die Gleichung (*m.*) auch mit einem Factor Λ multipliciren, von (*l.*) subtrahiren und die Coefficienten der Differentiale einzeln gleich Null setzen. So entstehen die Gleichungen

$$\left.\begin{aligned}(a_1^2-\Lambda)\,x+(a_2+b_1)\,y+(c_1+a_3)\,z&=0,\\(b_1+a_2)\,x+(b_2^2-\Lambda)\,y+(b_3+c_2)\,z&=0,\\(c_1+a_3)\,x+(c_2+b_3)\,y+(c_3^2-\Lambda)\,z&=0.\end{aligned}\right\}\quad(n.)$$

Für eine Bestimmung des Multiplicators Λ ergibt sich nun zunächst aus diesen drei Gleichungen die Eliminationsgleichung dritten Grades

$$\Lambda^3-\Lambda^2\left(a_1^2+b_2^2+c_3^2\right)+\Lambda\left(a_1^2c_3^2+b_2^2c_3^2+a_1^2b_2^2\right)-a_1^2b_2^2c_3^2=0,$$

in welcher wieder die unendlich kleinen Grössen zweiter Ordnung vernachlässigt sind. Die Wurzeln dieser Gleichung sind

$$\Lambda_1=a_1^2,\ \Lambda_2=b_2^2,\ \Lambda_3=c_3^2.$$

Eine zweite Bestimmung von Λ erhält man durch Multiplication der Gleichungen (*n.*) mit x, y, z und Addition unter der Berücksichtigung von $x^2+y^2+z^2=1$. Es kommt heraus

$$\Lambda=a_1^2x^2+b_2^2y^2+c_3^2z^2+2xy(a_2+b_1)+2yz(b_3+c_2)\ +\\ +2zx(c_1+a_3)$$

oder in Hinsicht auf die obige Gleichung für $\xi^2+\eta^2+\zeta^2$

$$\Lambda=\xi^2+\eta^2+\zeta^2.$$

Die gefundenen Werthe $\Lambda_1, \Lambda_2, \Lambda_3$ stellen also jedenfalls die Quadrate von Radii vectores des Ellipsoides dar. Da sie aber der Bedingung des Maximums und Minimums genügen, so sind sie die Quadrate der drei Halbaxen, d. h.

$$a_1=1+\lambda,\qquad b_2=1+\mu,\qquad c_3=1+\nu.$$

Daraus folgt für die räumliche Ausdehnung

$$\lambda + \mu + \nu = a_1 - 1 + b_2 - 1 + c_3 - 1. \quad (\delta.)$$

Damit ist die Grösse der drei elementaren Veränderungen, welche die allgemeinste Veränderung zusammensetzen, bestimmt. Diese Vereinigung und Zerlegung der Veränderungen ist wesentlich an die Bedingung unendlicher Kleinheit geknüpft und bildet einen speciellen Fall des allgemeinen Principes der Superposition unendlich kleiner Bewegungen.

Die gewonnenen Resultate, welche sich auf irgend ein System beziehen, sollen jetzt auf das Flüssigkeitstheilchen angewendet werden. Die unendlich kleine Veränderung eines solchen war definirt durch die Gleichungen(1.)

$$a' = u\,dt + \left(1 + \frac{\partial u}{\partial x}\,dt\right) a + \frac{\partial u}{\partial y}\,dt\,b + \frac{\partial u}{\partial z}\,dt\;c,$$

$$b' = v\,dt + \frac{\partial v}{\partial x}\,dt\,a + \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y}\,dt\right) b + \frac{\partial v}{\partial z}\,dt\;c,$$

$$c' = w\,dt + \frac{\partial w}{\partial x}\,dt\,a + \frac{\partial w}{\partial y}\,dt\,b + \left(1 + \frac{\partial w}{\partial z}\,dt\right) c,$$

lineare Functionen von den Eigenschaften derer, die hier zerlegt wurden. Nach den Entwicklungen können daher sofort die drei elementaren Veränderungen des Flüssigkeitstheilchens angeben werden. Es sind die Componenten der Translation nach den Axen im Zeitelement dt

$$u\,dt, \quad v\,dt, \quad w\,dt,$$

die der Drehungen

$$\frac{1}{2}\left(\frac{\partial v}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial y}\right) dt, \quad \frac{1}{2}\left(\frac{\partial w}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial z}\right) dt, \quad \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z}\right) dt,$$

die räumliche Ausdehnung endlich

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial x}\right) dt.$$

Die Componenten der Translationsgeschwindigkeit sind also

$$u, \quad v, \quad w,$$

die der Drehungsgeschwindigkeit

$$\left.\begin{aligned} \xi &= \frac{1}{2}\left(\frac{\partial v}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial y}\right), \\ \eta &= \frac{1}{2}\left(\frac{\partial w}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial z}\right), \\ \zeta &= \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x}\right). \end{aligned}\right\} \quad (2.)$$

und die räumliche Dilatation ist

$$\sigma = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}. \quad (3.)$$

Die Verschiebungen nach den Coordinatenaxen werden hierin dem ganzen Flüssigkeitstheilchen zugeschrieben. Da dieses nun unendlich klein ist, so sind die Verschiebungen seiner kleinen Theilchen höherer Ordnung, die von der Rotation und Ausdehnung herrühren, unendlich kleine Grössen zweiter Ordnung. Dies ist in Uebereinstimmung damit, dass $u\,dt$, $v\,dt$, $w\,dt$ strenge die Componenten der ganzen Bewegung nach den Coordinatenaxen darstellen.

2.

Aus den Componenten der ganzen Geschwindigkeit u, v, w leitet man die der Rotation eines Flüssigkeitstheilchens ab, indem man setzt

$$\begin{aligned} \xi &= \frac{1}{2}\left(\frac{\partial v}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial y}\right), \\ \eta &= \frac{1}{2}\left(\frac{\partial w}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial z}\right), \\ \zeta &= \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x}\right). \end{aligned}$$

Die Differentialquotienten beziehen sich hierbei auf die

unendlich kleinen Theilchen höherer Ordnung der Elemente. Aus diesen Gleichungen ergibt sich sofort

$$\frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \zeta}{\partial z} = 0.$$

Diese Relation gilt unter allen Umständen und ist eine wesentliche Consequenz der linearen Natur der Functionen, welche die aus der unendlich kleinen Aenderung hervorgehenden neuen Coordinaten durch die alten ausdrücken.

Beschränkt man die Untersuchung jetzt auf die incompressibeln Flüssigkeiten, so hat man die zu der letzten Gleichung analoge Relation für die Grössen u, v, w

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0.$$

In diesem Falle lassen sich nun die Translationsverschiebungen der Elemente als Rotationen auffassen, die von Theilchen zu Theilchen höherer Ordnung variiren. Die Translationen lassen sich darum hier umgekehrt aus den Rotationen bestimmen. Dazu bilde man die zu den Gleichungen der Rotationen analogen Ausdrücke

$$w_1 = 2\left(\frac{\partial \eta}{\partial z} - \frac{\partial \zeta}{\partial y}\right),$$

$$w_2 = 2\left(\frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{\partial \xi}{\partial z}\right),$$

$$w_3 = 2\left(\frac{\partial \xi}{\partial y} - \frac{\partial \eta}{\partial x}\right)$$

und suche zunächst die Bedeutung der Grössen w_1, w_2, w_3.

Die Differentiation von ξ, η, ζ führt unter Beachtung der obigen Relation

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

sofort auf die Gleichungen

$$-2\left(\frac{\partial\eta}{\partial z}-\frac{\partial\zeta}{\partial y}\right)=\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial z^2},$$
$$-2\left(\frac{\partial\zeta}{\partial x}-\frac{\partial\xi}{\partial z}\right)=\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial z^2},$$
$$-2\left(\frac{\partial\xi}{\partial y}-\frac{\partial\eta}{\partial x}\right)=\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 w}{\partial z^2}.$$

Bezeichnet man die Summe der zweiten Differentialquotienten von u, v, w mit $\Delta u, \Delta v, \Delta w$, so hat man

$$\Delta u = -w_1, \qquad \Delta v = -w_2, \qquad \Delta w = -w_3 \qquad 1.)$$

Relationen, welche die gesuchten Grössen w_1, w_2, w_3 durch die Componenten der Geschwindigkeit u, v, w ausdrücken. Es können daher umgekehrt die letzteren sofort durch die Grössen w_1, w_2, w_3 dargestellt werden. Die Integration, welche dazu führt, wird im Folgenden entwickelt.

Es sei ein System von materiellen Puncten vorausgesetzt, welche mit bestimmten nur von ihrer Lage d. h. ihren Coordinaten abhängenden Kräften auf einander wirken. Dann steht ein Punct x, y, z dieses Systemes unter der Einwirkung aller übrigen Puncte x_i, y_i, z_i. Jede der hieraus entspringenden Kräfte ist eine Function der Entfernung r_i des Punctes x, y, z von dem betreffenden anderen Puncte x_i, y_i, z_i und kann daher durch $f_i(r_i)$ dargestellt werden. Ihre rechtwinkligen Componenten nach den Coordinatenaxen sind

$$\xi_i = f_i(r_i)\cos(r_i x), \quad \eta_i = f_i(r_i)\cos(r_i y), \quad \zeta_i = f_i(r_i)\cos(r_i z).$$

Aber die Entfernung r_i wird durch den Ausdruck bestimmt

$$r_i = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2},$$

dessen Differentiation ergibt

$$-\frac{\partial r_i}{\partial x} = \frac{x_i - x}{r_i} = \cos(r_i x), \qquad -\frac{\partial r_i}{\partial y} = \frac{y_i - y}{r_i} = \cos(r_i y),$$
$$-\frac{\partial r_i}{\partial z} = \frac{z_i - z}{r_i} = \cos(r_i z);$$

daher werden die Componenten

$$\xi_i = -f_i(r_i)\frac{\partial r_i}{\partial x},\quad \eta_i = -f_i(r_i)\frac{\partial r_i}{\partial y},\quad \zeta_i = -f_i(r_i)\frac{\partial r_i}{\partial z}.$$

Setzt man nun

$$F_i(r_i) = -\int f_i(r_i)\,dr_i,$$

so wird

$$\xi_i = \frac{\partial F_i(r_i)}{\partial x},\quad \eta_i = \frac{\partial F_i(r_i)}{\partial y},\quad \zeta_i = \frac{\partial F_i(r_i)}{\partial z}.$$

Diese einzelnen in x, y, z angreifenden Kräfte setze man zu einer Resultante zusammen. Die Componenten derselben werden sein

$$\Xi = \Sigma\frac{\partial F_i(r_i)}{\partial x},\quad H = \Sigma\frac{\partial F_i(r_i)}{\partial y},\quad Z = \Sigma\frac{\partial F_i(r_i)}{\partial z},$$

oder wenn gesetzt wird

$$\varphi = \Sigma F_i(r_i),$$

$$\Xi = \frac{\partial \varphi}{\partial x},\quad H = \frac{\partial \varphi}{\partial y},\quad Z = \frac{\partial \varphi}{\partial z}. \quad (\alpha.)$$

Die so definirte Function φ nennt man die Potentialfunction des Systemes x_i, y_i, z_i.

Nach den Gleichungen ($\alpha.$) ist die Resultante

$$R = \sqrt{\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z}\right)^2}$$

und ihre Richtungscosinus werden

$$a = \frac{\frac{\partial \varphi}{\partial x}}{R},\quad b = \frac{\frac{\partial \varphi}{\partial y}}{R},\quad c = \frac{\frac{\partial \varphi}{\partial z}}{R}.$$

Nach irgend einer Richtung s genommen, deren Cosinus

$$\alpha = \frac{dx}{ds},\quad \beta = \frac{dy}{ds},\quad \gamma = \frac{dz}{ds}$$

sind, wird die Componente von R

$$S = R(a\alpha + b\beta + c\gamma) = \frac{\partial \varphi}{\partial x}\frac{\partial x}{\partial s} + \frac{\partial \varphi}{\partial y}\frac{\partial y}{\partial s} + \frac{\partial \varphi}{\partial z}\frac{\partial z}{\partial s} = \frac{d\varphi}{ds}.$$

Die Potentialfunction hat daher die Eigenschaft, dass ihr Differentialquotient nach irgend einer Richtung gebildet, die in die letztere fallende Componente der Gesammtkraft R darstellt.

Die Gleichung

$$\varphi = A$$

stellt eine Fläche dar, in welcher die Potentialfunction überall den nämlichen Werth hat. Man nennt eine solche Fläche eine Fläche constanten Potentiales oder das Potentialniveau. Die Differentiation der Gleichung ergibt

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} dx + \frac{\partial \varphi}{\partial y} dy + \frac{\partial \varphi}{\partial z} dz = 0$$

und die Division dieses Ausdruckes durch R und ds

$$\frac{\frac{\partial \varphi}{\partial x}}{R} \frac{dx}{ds} + \frac{\frac{\partial \varphi}{\partial y}}{R} \frac{dy}{ds} + \frac{\frac{\partial \varphi}{\partial z}}{R} \frac{dz}{ds} = 0,$$

eine Relation, die aussagt, dass der Winkel zwischen der Resultante und der Verschiebung in dem Potentialniveau ein rechter ist. Die Kraft wirkt somit an allen Puncten des Potentialniveau senkrecht zu letzterem. Es wird daher sein

$$\frac{d\varphi}{dn} = R$$

d. h. der Differentialquotient der Potentialfunction nach der Normale des Potentialniveau stellt die ganze in dem betreffenden Puncte wirkende Kraft dar. Linien, deren Richtung in jedem Puncte senkrecht zu dem entsprechenden Potentialniveau steht, nennt man Kraftlinien; dieselben besitzen die Eigenschaft, dass die Tangente in jedem Puncte die Richtung der Kraft liefert.

Wirkt das System x_i, y_i, z_i auf eine Reihe von Puncten x_k, y_k, z_k, so sind die Componenten der auf den Punct x_k, y_k, z_k wirkenden Kraft

$$Z_k = \frac{\partial \varphi_k}{\partial x_k}, \quad H_k = \frac{\partial \varphi_k}{\partial y_k}, \quad Z_k = \frac{\partial \varphi_k}{\partial z_k}.$$

Hierin hängt die Function φ_k nur von x_k, y_k, z_k ab, nicht aber von $x_{k'}, y_{k'}, z_{k'}$; bei der Differentiation können somit je alle übrigen Functionen $\varphi_{k'}$ hinzugefügt werden, ohne dass dies das Resultat änderte. Setzt man daher

$$\Phi = \Sigma \varphi_k,$$

so wird

$$Z_k = \frac{\partial \Phi}{\partial x_k}, \quad H_k = \frac{\partial \Phi}{\partial y_k}, \quad Z_k = \frac{\partial \Phi}{\partial z_k}.$$

Die Componenten der verschiedenen Resultirenden sind also die partiellen Differentialquotienten derselben Grösse Φ, die aber jetzt eine Function ist von so viel Variabeln als Coordinaten für alle Puncte x_k, y_k, z_k zusammen vorkommen. Diese Function Φ heisst die Potentialfunction des Systemes der x_i, y_i, z_i auf das System der x_k, y_k, z_k. Ein specieller Fall ist der, in dem beide Systeme identisch sind. Dann ist Φ die Potentialfunction des Systemes auf sich selbst.

Die Potentialfunction eines Systemes enthält die Function $f_i(r_i)$, welche die zwischen den Puncten x_i, y_i, z_i und x, y, z wirkende Kraft als abhängig von der Distanz r_i dieser Puncte gibt. In dem speciellen Falle, in welchem die Kräfte sich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernung verhalten, soll die Potentialfunction das Potential von Massen schlechthin genannt werden. Bei passender Wahl der Einheit der Kraft wird dann

$$f_i(r_i) = \frac{m_i}{r_i^2}, \quad F(r_i) = -\frac{m_i}{r_i}, \quad \varphi = -\Sigma_i \frac{m_i}{r_i},$$

wobei die Masse des angezogenen Punctes x, y, z als Eins angenommen ist. Erfüllen die Massen m_i den Raum stetig, so geht φ über in

$$\varphi = -\iiint \frac{\varrho}{r_i}\, dx_i\, dy_i\, dz_i, \qquad (\alpha'.)$$

wenn ϱ die Dichtigkeit der Masse im Puncte x_i, y_i, z_i bedeutet.

In dem Integrale ist ϱ nur von x_i, y_i, z_i, nicht aber von x, y, z abhängig; r_i dagegen ist eine Function von x, y, z. Berücksichtigt man dies und die specielle Form dieser Function

$$r_i = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2},$$

so werden die Differentialquotienten von φ nach x, y, z

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial \varphi}{\partial x} &= \iiint \frac{\varrho\,(x_i - x)}{r_i^3}\, dx_i\, dy_i\, dz_i, \\ \frac{\partial \varphi}{\partial y} &= \iiint \frac{\varrho\,(y_i - y)}{r_i^3}\, dx_i\, dy_i\, dz_i, \\ \frac{\partial \varphi}{\partial z} &= \iiint \frac{\varrho\,(z_i - z)}{r_i^3}\, dx_i\, dy_i\, dz_i. \end{aligned}\right\} \qquad (a'.)$$

Wir betrachten die zweiten Differentialquotienten dieses Potentiales von Massen.

Es sei ein Raum T mit Massen, die im umgekehrten Quadrate der Entfernung auf einen Punct x, y, z von der Masse Eins wirken, erfüllt derart, dass die Dichtigkeit ϱ eine Function $f(x_i, y_i, z_i)$ des Ortes x_i, y_i, z_i in dem Raume T ist, deren Werth sich in T überall stetig ändert, ausserhalb T aber gleich Null ist. Die Grenzfläche dieses Raumes T werde parallel der x Axe um e rückwärts bewegt und so zur Grenzfläche eines zweiten Raumes T'. T^0 sei der Raum, welcher T und T' gemeinschaftlich bleibt; dann ist $T = T^0 + \Theta$, $T' = T^0 + \Theta'$, wenn Θ und Θ' die nicht gemeinschaftlichen Theile bedeuten.

Es sollen die drei Integrale untersucht werden

$$\iiint \frac{f(x_i, y_i, z_i)\,(x_i - x)}{\{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2\}^{\frac{3}{2}}}\, dx_i\, dy_i\, dz_i, \qquad (l.)$$

$$\iiint \frac{f(x_1, y_1, z_1)\,(x_1 - x - e)}{\{(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 + (z_1 - z)^2\}^{\frac{3}{2}}}\, dx_1\, dy_1\, dz_1, \qquad (m.)$$

$$\iiint \frac{f(x_1 + e, y_1, z_1)\,(x_1 - x)}{\{(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 + (z_1 - z)^2\}^{\frac{3}{2}}}\, dx_1\, dy_1\, dz_1. \qquad (n.)$$

Das Integral ($l.$) über T ausgedehnt ist der Werth von $\frac{\partial \varphi}{\partial x}$ in dem Puncte x, y, z. Das Integral ($m.$) über T ausgedehnt ist der Werth von $\frac{\partial \varphi}{\partial x}$ in dem Puncte $x + e, y, z$, welcher Werth $= \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \xi$ gesetzt werde. Das Integral($n.$) über T' ausgedehnt ist mit ($m.$) identisch. Ist also das Integral ($l.$) ausgedehnt über T^0 gleich l, über Θ gleich λ und das Integral ($m.$) ausgedehnt über T^0 gleich l', über Θ' gleich λ', so wird

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = l + \lambda, \quad \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \xi = l' + \lambda'.$$

Setzt man daher

$$f(x_1 + e, y_1, z_1) - f(x_1, y_1, z_1) = \Delta \varrho,$$

so ergibt sich

$$\iiint \frac{\frac{\Delta \varrho}{e}\,(x_1 - x)\, dx_1\, dy_1\, dz_1}{\{(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 + (z_1 - z)^2\}^{\frac{3}{2}}} = \frac{l' - l}{e} \qquad (o.)$$

wobei das Integral auf der linken Seite über den Raum T^0 ausgedehnt werden muss.

Dies gilt allgemein für jede Lage von x, y, z. Bei der weiteren Entwicklung soll der Fall, in dem x, y, z auf der Oberfläche der Masse liegt, ausgeschlossen werden.

Lässt man e unendlich klein werden, so sind die Räume Θ, Θ' zwei unendlich dünne an der Oberfläche von T liegende Raumschichten; zerlegt man diese Oberfläche

in Elemente ds und bezeichnet mit α den Winkel, welchen die in ds nach Innen gerichtete Normale mit der x Axe bildet, so wird α überall spitz sein, wo die Oberfläche von T an Θ grenzt, stumpf dagegen, wo sie an Θ' grenzt. Die Raumelemente von Θ werden also ausgedrückt durch $e \cos\alpha\, ds$, die von Θ' dagegen durch $-e\cos\alpha\, ds$. Daher wird

$$\int \frac{f(x_1, y_1, z_1)\ (x_1 - x)\cos\alpha ds}{\left\{(x_1-x)^2+(y_1-y)^2+(z_1-z)^2\right\}^{\frac{3}{2}}} = \int \frac{\varrho\,(x_1-x)\cos\alpha ds}{r_1^3} = \frac{\lambda-\lambda'}{e},$$

wobei die Integrale über die ganze Oberfläche auszudehnen sind.

Unter Voraussetzung eines unendlich kleinen Werthes von e geht ferner $\frac{\Delta\varrho}{e}$ über in $\frac{\partial f(x_1, y_1, z_1)}{\partial x_1} = \frac{\partial\varrho}{\partial x_1}$ und das Integral (o.) wird

$$\iiint \frac{\frac{\partial\varrho}{\partial x_1}(x_1-x)}{r_1^3}\, dx_1\, dy_1\, dz_1 = \frac{l'-l}{e}.$$

Schliesslich ist für ein unendlich kleines e

$$\frac{l'-l}{e} - \frac{\lambda-\lambda'}{e} = \frac{\xi}{e} \text{ nichts anderes als } \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right) = \frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2};$$

es ergibt sich somit das einfache Resultat:

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2} = \iiint \frac{\frac{\partial\varrho}{\partial x_1}(x_1-x)}{r_1^3}\, dx_1\, dy_1\, dz_1 - \int \frac{\varrho(x_1-x)\ \cos\alpha}{r_1^3}\, ds.$$

Ganz entsprechend bekommt man

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2} = \iiint \frac{\frac{\partial\varrho}{\partial y_1}(y_1-y)}{r_1^3}\, dx_1\, dy_1\, dz_1 - \int \frac{\varrho(y_1-y)\ \cos\beta}{r_1^3}\, ds.$$

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2} = \iiint \frac{\frac{\partial\varrho}{\partial z_1}(z_1-z)}{r_1^3}\, dx_1\, dy_1\, dz_1 - \int \frac{\varrho(z_1-z)\cos\gamma\ ds}{r_1^3},$$

Die Summation dieser Ausdrücke unter Berücksichtigung, dass

$$\frac{\partial \varrho}{\partial x_1}\frac{x_1 - x}{r_1} + \frac{\partial \varrho}{\partial y_1}\frac{y_1 - y}{r_1} + \frac{\partial \varrho}{\partial z_1}\frac{z_1 - z}{r_1} = \frac{d\varrho}{dr_1},$$

$$\frac{x_1 - x}{r_1}\cos\alpha + \frac{y_1 - y}{r_1}\cos\beta + \frac{z_1 - z}{r_1}\cos\gamma = \cos\psi,$$

wo ψ der Winkel ist, welchen die nach Aussen gerichtete Normale mit der Geraden r_1 bildet, ergibt

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2} = \iiint \frac{\frac{d\varrho_1}{dr_1}}{r_1^2}\, dx_1\, dy_1\, dz_1 - \int \frac{\varrho\cos\psi}{r_1^2}\, ds = M - N.$$

Das erste Integral M ist hierbei über den ganzen Raum T, das Integral N über die gesammte Oberfläche von T auszudehnen.

Um die erste Integration auszuführen, beschreibe man um den Punct x, y, z mit dem Radius 1 eine Kugelfläche und zerlege dieselbe in Elemente $d\sigma$. Die von x, y, z durch alle Puncte der Peripherie von $d\sigma$ geführten und unbestimmt verlängerten Linien bilden eine Kegelfläche, durch welche aus dem ganzen Gebiete T ein Raum (nach Umständen aus mehreren getrennten Stücken bestehend) ausgeschieden wird und von dem $r_1^2\, d\sigma\, dr_1$ ein unbestimmtes Element ist. Derjenige Theil von M, welcher sich auf diesen Raum bezieht, ist folglich durch $d\sigma \int \frac{d\varrho}{dr_1}\, dr_1$ ausgedrückt, wenn die Integration über alle in T fallenden Theile einer durch x, y, z und einen Punct von $d\sigma$ gehenden, so weit als nöthig verlängerten geraden Linie erstreckt wird. Es schneide nun die gerade Linie die Oberfläche von T der Reihe nach in $O', O'', \ldots$, und es sollen dann mit $r', r'', \ldots$ die Werthe von r_1 in diesen Puncten, mit $ds', ds'', \ldots$ die entsprechenden durch den Elementarkegel aus der Oberfläche von T ausgeschiedenen Elemente, mit

$\varrho', \varrho'', \ldots$ die Werthe von ϱ, mit $\psi', \psi'', \ldots$ die Werthe von ψ an diesen Elementen bezeichnet werden.

Für den Fall, dass x, y, z innerhalb T liegt, ist die Anzahl jener Puncte P ungerade und die Integration von $\int \frac{d\varrho}{dr_1} dr_1$ von $r_1 = 0$ bis $r_1 = r'$, dann von $r_1 = r''$ bis $r_1 = r'''$ etc. auszuführen. Wenn die Dichtigkeit von x, y, z mit ϱ_{xyz} bezeichnet wird, so hat man daher

$$\int \frac{d\varrho}{dr_1} dr_1 = -\varrho_{xyz} + \varrho' - \varrho'' + \varrho''' - \ldots$$

Ferner ist, da die Winkel $\psi', \psi'', \ldots$ abwechselnd spitz und stumpf sind

$$ds' \cos\psi' = r'^2 d\sigma, \quad ds'' \cos\psi'' = -r^2 d\sigma, \text{ etc.}$$

Folglich bekommt man für den ganzen im Elementarkegel gelegenen Theil von T

$$d\sigma \int \frac{d\varrho}{dr_1} dr_1 = -\varrho_{xyz} d\sigma + \frac{\varrho' \cos\psi'}{r'^2} ds' + \frac{\varrho'' \cos\psi''}{r''^2} ds'' + \ldots$$

$$= -\varrho_{xyz} d\sigma + \Sigma \frac{\varrho \cos\psi}{r_1^2} ds,$$

wo die Summation auf alle ds auszudehnen ist, welche dem Elemente $d\sigma$ entsprechen. Durch Integration über sämmtliche ds ergibt sich

$$M = -4\pi\varrho_{xyz} + \int \frac{\varrho \cos\psi}{r_1^2} ds = -4\pi\varrho_{xyz} + N,$$

da das Integral über die ganze Oberfläche zu erstrecken ist. Somit wird

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2} = -4\pi\varrho_{xyz}. \qquad \text{(b.)}$$

Für den Fall, dass x, y, z ausserhalb T liegt, hat man nur diejenigen ds in Betracht zu ziehen, für welche

die durch x, y, z und einen Punct von $d\sigma$ gelegte gerade Linie den Raum T wirklich trifft. Die Anzahl der Puncte O', O'', ... wird hier immer gerade sein, die Winkel ψ', ψ'',... abwechselnd spitz und stumpf und die Integration ist von $r_i = r'$ bis $r_i = r''$, dann von $r_i = r'''$ bis $r_i = r^{IV}$ etc. auszuführen. Daher hat man

$$d\sigma \int \frac{d\varrho}{dr_i} dr_i = \frac{\varrho' \cos\psi'}{r'^2} ds' + \frac{\varrho' \cos\psi''}{r''^2} ds'' + \ldots = \Sigma \frac{\varrho \cos\psi}{r_i^2} ds$$

und nach der Integration über alle in Betracht kommenden ds

$$M = \int \frac{\varrho \cos\psi}{r_i^2} ds = N.$$

Folglich ist hier

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2} = 0. \quad \text{(b'.)}$$

In dieser Ableitung wurde angenommen, dass die Dichtigkeit sich in dem ganzen Raume stetig ändere. Diese Bedingung ist jedoch zur Gültigkeit des Resultates nicht nothwendig, sondern es ist blos erforderlich, dass in dem Puncte x, y, z die Dichtigkeit nach allen Seiten zu sich nach der Stetigkeit ändere, oder dass x, y, z innerhalb eines, wenn auch noch so kleinen, dieser Bedingung genügeleistenden Raumes liegt. Setzt man nämlich das Potential der in diesem Raume enhaltenen Masse gleich φ', das Potential der übrigen ausserhalb desselben befindlichen Masse gleich φ'', so wird das ganze Potential

$$\varphi = \varphi' + \varphi''.$$

Aber nach dem Entwickelten ist

$$\frac{\partial^2\varphi'}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\varphi'}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\varphi'}{\partial z^2} = -4\pi\varrho_{xyz},$$

$$\frac{\partial^2\varphi''}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\varphi''}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\varphi''}{\partial z^2} = 0.$$

Daher wird wieder

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}=-4\pi\varrho_{xyz}.$$

Fehlt dagegen die genannte Bedingung in dem Puncte x, y, z, liegt dieser also in der Scheidungsfläche zwischen zwei Räumen, in welchen, jeden für sich genommen, die Dichtigkeit stetig, aber beim Uebergange aus dem einen in den anderen sprungweise sich ändert, so haben daselbst die Summen der zweiten Differentialquotienten verschiedene Werthe. *)

Ein Potential von Massen genügt somit für jeden Punct innerhalb der Massen der Gleichung

$$\Delta\varphi=-4\pi\varrho,$$

wo ϱ die Dichtigkeit der Massen im Puncte x, y, z ist, und es befriedigt für jeden Punct ausserhalb der Massen die Gleichung

$$\Delta\varphi=0.$$

Hat man daher umgekehrt eine Function φ der Coordinaten x, y, z, welche in einem Raume überall der Differentialgleichung

$$\Delta\varphi=-k$$

genügt, unter k eine Function von x, y, z verstanden, so wird diese Gleichung befriedigt durch die Annahme, dass φ das Potential von Massen ist, die mit der Dichtigkeit $\frac{k}{4\pi}$ in diesem Raume ausgebreitet sind, d. h.

$$\varphi=-\frac{1}{4\pi}\iiint\frac{k}{r_i}\,dx_i, dy_i\,dz_i.$$

---

*) Gauss. Werke. Bd. 5, pag. 206.

Genügt aber die gegebene Function φ der Coordinaten x, y, z in dem ganzen Gebiete der Differentialgleichung

$$\Delta \varphi = 0,$$

so kann sie als das Potential von Massen betrachtet werden, welche ausserhalb des Raumes liegen.

$$\varphi = -\iiint \frac{k}{r_1}\, dx_1\, dy_1\, dz_1,$$

falls die Dichtigkeit k so bestimmt werden kann, dass die Grenzbedingungen erfüllt werden. In beiden Fällen ist die Integration über alle Massen enthaltenen Theile des Raumes auszudehnen.

Dieses Resultat soll jetzt auf die Gleichungen (1.) angewandt werden. Die Geschwindigkeiten u, v, w des Flüssigkeitstheilchens genügten den Gleichungen $\Delta u = -w_1$, $\Delta v = -w_2$, $\Delta w = -w_3$. Diese Gleichungen werden befriedigt durch die Annahme, dass u, v, w die Potentiale von mit den Dichtigkeiten $\frac{w_1}{4\pi}$, $\frac{w_2}{4\pi}$, $\frac{w_3}{4\pi}$ über die Flüssigkeit ausgebreiteten Massen sind, und es wird daher durch

$$\left.\begin{aligned} u_1 &= -\frac{1}{4\pi}\iiint \frac{w_1}{r_1}\, dx_1\, dy_1\, dz_1, \\ v_1 &= -\frac{1}{4\pi}\iiint \frac{w_2}{r_1}\, dx_1\, dy_1\, dz_1, \\ w_1 &= -\frac{1}{4\pi}\iiint \frac{w_3}{r_1}\, dx_1\, dy_1\, dz_1 \end{aligned}\right\} \qquad (2.)$$

jedenfalls eine specielle Bewegung der Flüssigkeit dargestellt sein. Wenn nun für die nämlichen Werthe der Rotationsgeschwindigkeiten ξ, η, ζ eine zweite Flüssigkeitsbewegung u_2, v_2, w_2 existirte, so würden die Differenzen

$$u_1 - u_2, \quad v_1 - v_2, \quad w_1 - w_2$$

ebenfalls eine mögliche Bewegung der Flüssigkeit ergeben. Bei letzterer würden aber infolge der Gleichungen (2.) des ersten Abschnittes keine Rotationsbewegungen vorkommen. Es ergibt sich somit, dass allgemein für eine incompressibele Flüssigkeit

$$\left.\begin{aligned} u &= -\frac{1}{4\pi}\int \frac{w_1}{r_1}\,dx_1\,dy_1\,dz_1 + u_2\,, \\ v &= -\frac{1}{4\pi}\int \frac{w_2}{r_1}\,dx_1\,dy_1\,dz_1 + v_2\,, \\ w &= -\frac{1}{4\pi}\int \frac{w_3}{r_1}\,dx_1\,dy_1\,dz_1 + w_2\,, \end{aligned}\right\} \qquad (2.)$$

wo u_2, v_2, w_2 eine Flüssigkeitsbewegung bezeichnet, die ohne Rotationen vor sich geht.

Diesen Gleichungen, welche die Translationsgeschwindigkeiten aus den Rotationsgeschwindigkeiten bestimmen, entsprechen physikalisch die Relationen (2.) des ersten Abschnittes, welche die Rotationsgeschwindigkeiten durch die Grössen u, v, w ausdrücken. Abwesenheit von Rotationen ist nach jenen Gleichungen gegeben durch die Bedingungen

$$\frac{\partial v}{\partial z} = \frac{\partial w}{\partial y}, \quad \frac{\partial w}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial z}, \quad \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial v}{\partial x}. \qquad (3.)$$

Analog hierzu kommen für den Fall, dass

$$\frac{\partial \eta}{\partial z} = \frac{\partial \zeta}{\partial y}, \quad \frac{\partial \zeta}{\partial x} = \frac{\partial \xi}{\partial z}, \quad \frac{\partial \xi}{\partial y} = \frac{\partial \eta}{\partial x}, \qquad (3'.)$$

nur Translationen u, v, w vor, für welche die Gleichungen (3.) bestehen.

Diese ganze Untersuchung war wesentlich an die Bedingung der Incompressibilität geknüpft, und die Differentialgleichungen beziehen sich auf Elemente zweiter Ordnung. Auf Elemente erster Ordnung bezogen brauchen sie nicht erfüllt zu sein, damit dort keine Rotationen oder nur Translationen, welche den Gleichungen (3.) genügen, vorkommen. (Fortsetzung folgt).

Sur l'âge stratigraphique de la zone gypsifère alpine Bex — lac de Thoune,

par

Maurice de Tribolet.

Lors de la réunion de la Société helvétique des sciences naturelles à Fribourg, en 1872, M. Chavannes a exposé sa manière de voir au sujet de l'âge géologique et de l'origine des gypses des Alpes suisses et en particulier de ceux des Alpes vaudoises [1]).

En partant du point de vue adopté par ce savant et en admettant avec lui l'origine métamorphique de ces gypses — et un grand nombre de faits semblent vouloir le prouver —, il est tout naturel que l'on doive dès lors en rencontrer des dépôts, non-seulement dans une seule, mais aussi dans toutes les formations géologiques que nous offrent les Alpes suisses.

Et, en effet, plusieurs géologues ont déjà décrit un certain nombre de dépôts de gypses alpins qui se rattachent aux terrains carbonifères, jurassiques, crétacés et surtout tertiaires inférieurs (éocène).

Il me suffit de mentionner ces faits pour montrer que la théorie de certains savants qui ne veulent assigner aux gypses des Alpes suisses qu'un seul âge géologique bien déterminé, c. a. d. l'âge triasique, commence à ne plus être admise par chacun.

---

[1]) *Acta helvetica*, p. 52.

Je n'ai pas l'intention d'entrer ici dans les détails et de discuter le pour ou le contre de l'origine de ces gypses. M. Chavannes l'a déjà suffisamment traitée dans de nombreuses notices [1]).

Je me bornerai simplement à dire que je partage complétement la manière de voir de mon savant confrère [2]).

A peu près à la même époque, M. Chavannes [3]) et moi [4]) avons décrit les dépôts extrêmes de la zone gypsifère qui s'étend depuis le lac de Thoune à Bex et que l'on rencontre fort bien développés, d'un côté entre Spiez et Leissigen, de l'autre dans toute la région située au nord et au nord-ouest de Bex. Comme on le sait, nous avons assigné un âge tertiaire (éocène) à ces deux dépôts.

Grâce à cette communauté de travail et d'idées, nous avons fait durant l'été passé une course géologique de plusieurs jours, dans laquelle nous avons étudié avec soin les gisements de gypse intermédiaires qui relient ces deux grands dépôts [5]).

La zone gypsifère dont il est question dans cette note,

---

[1]) *Acta helvet.* 1872, p. 52; 1875, p. 49; 1877, pp. 57 et 215. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.* XII, 69, p. 109, 1873; 71, pp. 465 et 478, 1874.

[2]) *Arch. sc.*, p. 308, Genève 1877; *Act. helvet.* 1877, p. 58.

[3]) *Bull. Soc. vaud. sc. nat.* XII, 69, p. 109, 1873.

[4]) *Vierteljahrsschrift naturf. Gesell. Zürich* 1874; *Zeitschr. deutsch. geolog. Gesell.* 1875, p. 9; *Rapp. présenté à M. Studer au sujet de ma collaborat. à la carte géol. Suisse pendant l'été 1874*, in *Bull. Soc. sc. nat. Neuch.* 1875.

[5]) M. Chavannes a publié tout récemment une description de cette course sous le titre: „Note sur le gypse et la corgneule des Alpes bernoises" (*Acta helvet.* 1877). Son travail, quoique fait à un point de vue différent du mien, se résume cependant dans des résultats identiques.

est la plus considérable de toutes les zones semblables des Alpes suisses; elle s'étend sur une longueur de 240 kilomètres, depuis Bex à Dornbirn (Vorarlberg). Elle commence dans les Alpes françaises, à Thones (Savoie), se retrouve à Samoëns sur les deux flancs de la vallée du Giffre, puis se continue en Suisse par le val d'Illiez, Bex, les cols de Pillon, Krinnen, du Trüttlisberg et de Hahnenmoos, la vallée de l'Engstligen, la rive sud du lac de Thoune, les Ralligstöcke, le Giswylerstock, Stanz et Yberg. Enfin, on la retrouve dans le Vorarlberg, aux environs de Dornbirn et Hohenembs.

De tous les affleurements de cette zone, ceux d'Yberg, des Alpes d'Unterwalden, des bords du lac de Thoune, du col de Pillon et de Bex, ont seuls été mentionnés et décrits comme tertiaires par Escher de la Linth, M. Kaufmann, M. E. Favre, M. Chavannes et moi.

Dans les travaux que j'ai mentionnés précédemment, j'ai traité en détail les dépôts de gypse de la rive sud du lac de Thoune. Je me bornerai donc à remarquer ici que, sur ses propres observations, M. Chavannes s'est aussi pleinement convaincu de leur âge tertiaire et de leur origine métamorphique. En effet, nous avons observé tous les deux de nombreuses preuves de la transformation de ces gypses de masses essentiellement calcaires, dans lesquelles l'acide sulfurique a été substitué à l'acide carbonique (Burgfluh, entre Spiez et Faulensee; Krattigen — Halden). Comme l'a fait remarquer mon savant confrère, ces preuves consistent surtout dans un état de la roche qui fait toucher au doigt ses arrêts de transformation.

La carte géologique de la Suisse (édit. Bachmann) indique un petit gisement de gypse sur le flanc du Niesen, au-dessus de Mühlenen. Malgré nos recherches et toutes

informations prises, nous n'avons pu le découvrir; aussi croyons-nous qu'il y a ici une erreur d'indication.

Dans la partie inférieure de la vallée de l'Engstligen, nous avons constaté sur les deux rives du torrent, entre le pont couvert situé à la cote 866 de la carte Dufour et Linter, plusieurs affleurements de gypse accompagné de corgneule.

En poursuivant nos recherches dans la direction du sud-ouest, entre Adelboden et la Lenk, nous avons de nouveau rencontré la même zone de gypse en cinq endroits différents, c. a. d. au-dessus de la première de ces localités (cote 1357 de la carte Dufour), à Gilbach, sur Silleren, à gauche et non loin du col de Hahnenmoos (1952 m.), à Lavey.

Depuis la Lenk au col du Trüttlisberg (2040 m.) qui conduit à Lauenen, on rencontre sur le côté gauche du Wallbach, depuis Rohrbühl, tout un long affleurement de corgneule parallèle à la direction de la vallée. Ce n'est qu'au haut du col qu'apparaît le gypse qui forme entièrement les sommités de Tauben (2198 m.) et de Stüblenen (2198 m.) et constitue un des gisements les plus considérables de la zone en question.

Dans la continuation de cette même zone, nous avons constaté entre Lauenen et Gsteig (Châtelet), deux autres gisements de gypse. Le premier qui est assez considérable, commence sur la gauche du chemin, au-dessus de Brüchli et se continue jusque derrière le col de Krinnen (1660 m.); le second plus petit, se rencontre au-dessus de Gsteig (entre Fluhweid et Rohr).

Au sud-ouest de cette localité, notre zone gypsifère se continue presque ininterrompue le long du vallon du Reuschbach, jusque bien au-delà du col de Pillon. Ici elle

se bifurque et entourant le vaste massif jurassique du Chamossaire, se dirige sur Bex, d'une côté, par la Croix d'Arpille et Grion; de l'autre, par les Ormonts, Plambuit, Panex et Ollon.

Au Sépey, une zone secondaire, c. a. d. celle qui s'étend depuis l'Etivaz à Diemtigen (Bas-Simmenthal), se détache de la grande zone principale que je décris ici, tout en gardant une direction qui lui est parallèle. Cette zone commence par un affleurement de corgneule auquel succèdent les dépôts de gypse de la Lécherette, de l'Etivaz, etc.

M. Chavannes et moi avons déjà précisé l'âge géologique que nous croyons devoir attribuer, sinon à l'ensemble, du moins aux dépôts extrêmes de la zone gypsifère Bex — lac de Thoune. Les observations que nous avons eu l'occasion de faire ensemble l'année dernière au sujet des gisements intermédiaires qui relient à intervalles plus ou moins réguliers les affleurements sud-ouest et nord-est, ont été une pleine confirmation de nos études antérieures. En effet, tous les gisements dont il vient d'être question, sont régulièrement accompagnés par les roches du Flysch, auxquelles ils se trouvent intimement liés. Il suffit de jeter un coup d'oeil sur la carte géologique de la Suisse, pour s'assurer des relations mutuelles qui existent entre eux et les terrains qui les renferment.

Dans la vallée de l'Engstligen et sur les cols de Hahnenmoos, du Trüttlisberg et de Krinnen, nous avons constaté, non une superposition du Flysch sur le gypse, comme cela paraît être le cas pour les gisements de la rive sud du lac de Thoune, mais plutôt une intercalation du premier dans le second. C'est surtout à Lavey, au nord-ouest du col de Hahnenmoos, que nous avons observé au milieu des rochers qui forment le contre-fort du Thierberg

(2375 m.) du côté du col, un affleurement de gypse très distinctement intercalé dans le Flysch. En général, les faits multiples que nous avons eu l'occasion de découvrir à ce sujet, contribuent tous à nous faire regarder la zone gypsifère dont il est question ici, comme appartenant au terrain éocène.

Nous avons vu plus haut que la continuation immédiate de cette zone au nord-est du lac de Thoune, était formée par les dépôts des Ralligstöcke, du Giswylerstock, de Stanz et d'Yberg. Or comme ceux-ci ont déjà été décrits comme éocènes par Escher de la Linth, M. E. Favre et M. Kaufmann, il n'est pas étonnant que ceux qui sont situés au sud et sur la même ligne qu'eux, possèdent un même horizon stratigraphique et par conséquent aussi un même âge géologique.

NB. — Dans un de ses derniers travaux [1]), M. Renevier insiste beaucoup sur le fait que les dépôts gypseux de la *contrée salifère* de Bex, doivent être rangés dans le Trias. Il est vrai de dire que M. Chavannes, qui a fait de cette contrée l'objet d'études aussi suivies que détaillées, ne paraît pas vouloir faire rentrer dans le terrain éocène tous les gypses qui s'y rencontrent; car ceux de la partie inférieure de la vallée de la Grionne (Coulat, le Bouillet) appartiendraient, selon lui, au Lias [2]).

Neuchâtel, avril 1878.

---

[1]) *Note sur ma carte géolog. de la partie sud des Alpes vaudoises,* in *Arch. sciences,* Genève 1877.

[2]) Il en est probablement de même de ceux d'Arveyes, Villars et Chesières.

Astronomische Mittheilungen

von

Dr. Rudolf Wolf.

XLVII. Contrôlbestimmung der Polhöhe von Zürich durch Herrn Alfred Wolfer; Fortsetzung des Verzeichnisses der Instrumente, Apparate und übrigen Sammlungen der Zürcher-Sternwarte.

Während ich mit der in Nr. XLIV mitgetheilten Polhöhenbestimmung beschäftigt war, kam mir der Gedanke, es möchte von Interesse sein, wenn unter Anwendung derselben Methode durch einen andern Beobachter und an einem andern Instrumente eine zweite Bestimmung durchgeführt würde, und beauftragte dann wirklich im Sommer 1875 meinen jetzigen Assistenten, Herrn Alfred Wolfer, der damals schon einige Zeit als Praktikant auf der Sternwarte arbeitete, die betreffende Operation am Ertel'schen Meridiankreise zu unternehmen. Er führte sie vom 9. Juni 1875 bis zum 3. Mai 1877, ohne wie ich im Winter zu sistiren, mit Geschick und Ausdauer durch, und ich gebe im Folgenden die Hauptresultate dieser bemerkenswerthen Controlarbeit, für den Gang derselben auf das in jener frühern Nummer Mitgetheilte verweisend.

Herr Wolfer benutzte zur Polhöhenbestimmung die in Tab. I aufgeführten 116 Sterne des Nautical Almanac, und erhielt in 220 von einander unabhängigen, d. h. je eine neue Bestimmung des Zenithpunktes besitzenden Serien, welche zur Hälfte bei normaler Zusammensetzung des Fernrohrs, zur andern Hälfte nach Vertauschung von Objectiv und Ocular gemacht wurden, im Ganzen 2089 Zenithdistanzen; die Tab. II gibt, unter Beifügung der

Tab. I. **Verzeichniss der Sterne.**

Stern	m	Δd	$\Delta \varphi$	$\pm F$	Stern	m	Δd	$\Delta \varphi$	$\pm F$
		"	"	"			"	"	'
α Androm.	24	—1.07	9.83	0.52	γ Gemin.	15	+1.92	9.52	0.54
γ Pegasi	24	+2.16	9.76	0.66	α Can.maj *	11			
α Cassiop.	23	—4.80	9.66	0.86	51 Ceph.	9	—5.80	10.62	1.58
β Ceti *	17				ε Can. maj *	9			
ε Pisc.	24	+1.18	9.90	0.53	γ Can. maj*	7			
α Urs. min.	27	—4.14	8.98	0.76	δ Gemin.	15	—1.24	9 84	0.67
θ Ceti	19	—2.33	9.80	0.69	α^2 Gemin.	15	+1.15	9.87	0.80
η Pisc.	23	—1.10	9.89	0.49	α Can. min.	16	+2.19	9.64	0.69
ν Pisc.	25	+2.96	9.83	0.43	β Gemin.	9	+0.21	10.07	0.89
β Ariet.	26	—0.55	9.89	0.35	λUrs.min.U	11	—4.60	8.61	0.99
α Ariet.	25	—0.79	9.88	0.42	6 Cancri	12	+0.16	9.94	0.97
67 Ceti	18	+1.84	9.90	0.48	15 Argus *	14			
ξ^2 Ceti	18	+1.23	9.81	0.62	η Cancri	16	—0.70	9.81	0.54
γ^2 Ceti	16	+1.68	10.16	0.65	ε Hydrae	19	—0.92	9.62	0.69
α Ceti	17	+2.61	9.98	0.56	ι Urs. maj.	20	+1.09	10.22	0 49
δ Arietis	17	—0.85	9.95	0.27	83 Cancri	27	—0.23	9.66	0.45
α Persei	21	+0.01	10.60	0.50	α Ceph. U.*	4			
25 η Tauri	20	—0.39	9.66	0.42	α Hydrae	16	—1.11	9.40	0.94
γ' Erid. *	18				θ Urs. maj.	11	—0.37	9.94	0.94
o' Erid.	20	+2.63	9.40	0.64	β Ceph. U.*	7			
ε Tauri	22	—0.30	9.61	0.58	ε Leon.	22	+0.01	9.76	0.20
α Tauri	22	—1.07	9.57	0.42	π Leon.	23	+1.47	9.19	0.59
ι Aurigae	25	—0.87	9.76	0.51	α Leon.	24	+1.88	9.82	0.48
εUrs.min.U	17	—5.26	10.41	0.72	γ' Leon.	26	+1.20	9.80	0.26
ε Lepor *	7				ϱ Leon.	27	+0.63	9.57	0.38
α Aurigae	11	—0.95	9.82	0.83	l Leon.	24	+1.14	9.55	0.39
β Orion	13	+2.55	9.38	0.69	α Urs. maj.	19	—0.52	10.09	0.52
β Tauri	23	+0.26	9.79	0.67	χ Leon.	14	+0.82	9.52	0.40
δ Orion.	17	+2.96	9.54	0.64	δ Leon.	26	—0.84	9.63	0.44
α Lepor. *	7				δ Crater. *	22			
ε Orion.	8	+0.91	9.58	0.75	υ Leon.	8	+0.70	9.58	0.83
α Columb.*	14				γ Ceph. U	13	—3.17	10.27	0.65
α Orion.	21	+3.41	9.56	0.55	β Leon.	17	+0.43	9.62	0.47
ν Orion.	14	+0.47	9.51	0.49	γ Urs. maj.	17	—1.24	10.03	0.59
δUrs.min.U	13	—6.69	9.40	0.72	ε Corvi *	15			
μ Gemin.	3	+1.30	10.12	1.73	η Virgin.	16	+0.75	9.37	0.48

Stern	m	Δd	$\Delta \varphi$	$\pm F$	Stern	m	Δd	$\Delta \varphi$	$\pm F$
		"	"	"			"	"	"
β Corvi *	14				α Lyrae	22	+1.32	9.68	0.65
α Cass. U *	6				β Lyrae	19	+2.15	10.39	0.66
γ Virg. m.	13	+0.46	9.28	0.50	ζ Aquilae	26	+2.25	10.37	0.55
α Can. ven.	22	+0.56	9.89	0.62	ω Aquilae	21	+1.24	9.70	0.69
θ Virg.	20	+1.05	9.81	0.42	δ Aquilae	22	+1.45	9.67	0.53
αUrs. m. U	21	—1.68	10.45	0.49	h^2 Sagitt. *	19			
α Virg.	18	+0.94	9.83	0.57	γ Aquilae	20	+1.13	9.68	0.59
ζ Virg.	20	—0.04	9.33	0.39	α Aquilae	13	+3.30	9.74	0.82
η Urs. maj.	25	—2.01	10.04	0.39	β Aquilae	15	—0.33	9.86	0.61
η Boot.	18	—0.45	9.56	0.62	λ Urs. min.	13	—7.63	9.73	1.12
τ Virg.	20	+1.53	9.42	0.41	α^2 Capr. *	19			
α Boot.	15	—2.71	9.62	0.51	ϱ Capr. *	19			
ϱ Boot.	18	+1.61	9.71	0.38	α Cygni	19	+0.05	9.99	0.45
ε^2 Boot.	16	+0.63	9.74	0.64	32 Vulp.	19	+0.31	9.79	0.62
α^2 Librae *	12				61′ Cygni	18	+0.56	9.85	0.57
β Urs. min.	17	—1.19	10.07	0.58	ζ Cygni	16	—1.65	9.93	0.48
ψ Boot.	17	+0.54	9.77	0.50	α Ceph.	19	—5.46	9.41	0.55
β Librae	21	—0.47	9.91	0.69	θUrs.maj U*	4			
α Coron.	25	+0.64	9.86	0.55	β Aquar.	10	—0.76	9.88	0.73
α Serp.	26	—0.22	10.04	0.35	β^2 Ceph.	8	—3.87	9.57	0.87
ζ Urs. min.	24	+1.44	9.42	0.60	ε Pegasi	14	+0.95	10.02	0.66
β' Scorp. *	21				16 Pegasi	14	+2.21	9.95	0.79
δ Oph.	20	+0.36	10.40	0.70	α Aquar.	14	+1.22	10.19	0.77
α Scorp. *	4				θ Aquar.	16	+0.25	10.24	0.49
η^2 Dracon.	17	—3.44	8.74	0.69	η Aquar.	18	+1.70	10.11	0.68
ζ Herc.	18	+0.69	10.24	0.73	ζ Pegasi	18	—1.32	10.34	0.85
$\varkappa$ Oph.	18	+2.81	10.35	0.68	αPisc.austr*	17			
ε Urs. min.	20	—5.99	9.28	0.69	αUrs.majU*	7			
α Herc.	18	+5.77	10.28	0.57	α Pegasi	13	—0.06	9.93	0.65
θ Oph. *	10				γ Pisc.	16	+3.58	10.05	0.94
β Dracon.	12	—4.48	8.65	1.30	$\varkappa$ Pisc.	20	+3.31	10.02	0.46
α Oph.	2	+1.20	10.32	5.83	ι Pisc.	14	+0.36	9.83	0.88
μ Herc.	16	+0.89	8.95	0.65	γ Ceph.	10	—2.86	9.58	0.96
γ Dracon.	13	—1.11	10.15	1.25	δ Sculpt. *	16			
μ' Sagitt *	17				γUrs.majU*	11			
δ Urs. min.	19	—5.95	9.38	0.68	ω Pisc.	22	—0.46	9.80	0.61

Tab. II. **Verzeichniss der Serien.**

1875	*n*	*Nad.*	Δz	$\Delta \varphi$	$\pm F$	1875	*n*	*Nad.*	Δz	$\Delta \varphi$	$\pm F$
		"	"	"	"			"	"	"	"
VI 9	8	102.53	+1.14	9.69	1.05	X 26	19.	116.95	+1.34	9.63	0.79
13	5	100.10	+1.26	9.58	1.82	XI 1	5.	115.74	−1.07	9.58	1.48
14	7	104.85	+0.90	9.75	1.40	3	8.	109.85	−2.98	9.97	1.84
21	6	100.13	−2.73	9.60	1.21	15	10.	127.21	+6.77	9.70	1.79
22	7	99.10	−2.10	9.74	1.47	XII 13	6.	125.38	+0.17	9.94	0.74
23	3	97.90	+1.50	9.77	1.63	1876					
24	2	97.53	+2.80	10.01	2.60	I 17	3.	129.42	+1.83	9.90	1.61
26	3	98.48	+0.97	9.64	2.19	20	7.	123.55	−0.31	9.71	0.79
30	11	96.82	+2.06	9.79	0.65	20	3	128.27	−0.67	10.02	1.35
VII 2	9	95.92	+2.08	9.94	1.05	21	7	134.67	+3.80	9.80	1.52
6	10	94.46	+0.95	9.57	0.95	II 7	9	130.69	+0.77	9.81	1.23
7	8	96.80	+0.48	9.03	1.51	11	2	126.37	−5.58	9.84	2.31
12	4	96.07	+4.87	10.43	1.81	12	9	136.46	+1.31	9.66	1.62
13	8	98.69	+1.91	8.52	1.44	18	10	134.98	−1.32	9.80	1.01
14	9	96.26	+1.15	9.52	1.22	21	2	136.65	+1.72	9.34	0.96
17	3	97.36	+2.83	9.07	1.07	23	5	130.53	−1.63	9.94	1.84
22	8	93.59	+0.40	9.43	0.79	III 4	7	130.37	+2.11	9.66	1.23
24	6	92.20	−1.33	9.62	0.95	10	5	125.05	−0.99	9.44	0.70
27	9	92.94	+1.87	9.54	1.69	13	3	120.57	−0.13	9.44	3.19
29	8	92.41	+2.46	9.83	0.66	14	6	119.74	+2.15	9.45	1.49
30	7	91.42	−0.16	9.84	1.01	16	4	120.94	+1.69	9.73	1.43
VIII 1	3	95.18	+0.89	9.52	1.62	20	6	120.39	+0.19	9.45	1.67
2	3.	126.30	−7.26	9.82	2.58	21	10	122.32	−1.45	10.36	1.42
3	2.	126.73	−1.09	9.45	0.41	24	5	125.22	+1.03	9.82	0.87
7	6.	127.24	+1.62	9.82	0.62	28	12	125.61	−0.70	9.83	0.78
10	6.	125.68	−1.59	10.39	1.52	30	10	124.49	−1.32	9.82	0.74
11	8.	125.55	−2.57	9.90	1.86	IV 1	12	122.19	−3.04	9.86	1.24
14	9.	125.43	+1.00	9.94	0.90	4	6	121.85	−2.18	9.91	1.30
16	11.	124.92	+1.03	9.72	1.09	5	12	121.51	+0.89	10.36	0.72
17	9.	121 92	−0.16	9.85	1.09	6	6	119.89	−1.37	9.90	1.57
19	7.	126.43	−1.36	9.56	1.62	7	6.	110.59	−0.62	9.83	1.56
IX 3	7.	124.03	+2.36	9.84	1.18	19	7.	108.99	−1.09	9.89	0.75
6	6.	123.73	+0.90	9.81	0.86	V 6	8.	103.82	−2.93	9.91	0.42
7	7.	123.19	+0.14	9.51	1.70	7	4.	106.42	+4.46	9.66	0.69
8	9.	123.01	+0.45	9.83	0.65	14	12.	106.80	+0.87	9.79	0.59
21	8.	113.05	−1.98	9.73	0.62	15	11.	106.78	−0.23	9.88	0.44
23	12.	116.95	+1.68	8.84	0.93	16	13.	107.78	+0.92	9.85	0.58

1876	n	Nad.	Δz	$\Delta \varphi$	$\pm F$	1876	n	Nad.	Δz	$\Delta \varphi$	$\pm F$
		"	"	"	"			"	"	"	"
V 17	14.	110.39	+1.46	9.84	0.72	IX 20	5	55.34	—0.45	9.21	1.39
18	11.	109.32	—0.27	9.68	0.91	21	9	57.39	+1.62	9.52	0.44
19	10.	109.04	+2.75	9.86	0.54	29	10	53.66	+0.45	9.80	0.85
21	13.	108.50	+0.52	9.81	0.51	X 2	5	53.54	—0.78	9.79	1.58
22	14.	108.31	+0.09	9.83	0.67	3	5	49.82	+0.19	9.83	1.61
23	10.	108.51	+0.03	9.80	0.83	4	14	51.99	—1.49	10.05	0.70
28	2.	103.68	—2.76	9.64	3.09	5	22	52.71	—2.28	9.93	0.51
29	15.	103.69	—2.64	9.82	0.42	9	11	57.11	+0.32	9.58	0.64
30	16.	104.96	—1.62	9.72	0.62	10	2	56.08	—1.16	10 16	0.67
31	15.	106.80	—0.71	9.80	0.67	11	12	55.43	+0.09	10.28	0.51
VI 1	16.	104.08	—1.20	9.73	0.57	12	9	55.47	+2.32	10.28	0.64
2	11.	105.14	—1.18	9.70	0.67	14	7	54.62	+2.15	10.35	0.87
6	13.	105.49	—0.96	9.71	0.40	17	4	54.93	+1.36	9.62	0.31
7	13.	104.83	—1.68	9.76	0.67	18	2	30.86	—0.50	10.56	0.11
14	12.	102.46	—1.14	9.62	0.46	19	11	31.28	—1.69	9.85	0.85
18	13	103.52	+1.44	9.61	0.63	31	3	30.02	—6.65	8.73	1.99
19	7	102.34	—2.31	9.62	0.82	XI 1	9	34.68	+3.97	10.08	1.05
20	11	103.98	—1.00	9.65	0.71	2	5	33.69	—1.05	10.23	0.72
25	9	104.13	—2.05	9.56	0.85	7	3	34.98	+6.02	9.68	1.25
27	10	104.47	+0.52	9.76	0.68	8	5	36.27	+2.20	9.89	2.13
28	10	103.40	—0.57	9.78	0.63	9	4	35.08	+8.04	9.93	1.41
29	10	105.94	+1.16	9.79	0.85	10	10	35.39	+4.65	10.03	1.03
VII 3	11	103.72	—0.48	9.69	0.72	11	13	36.52	+2.11	9.84	0.86
5	8	103.76	—2.24	9.72	0.90	13	15	38.40	+4.37	9.92	0.59
6	11	105.08	+0.60	9.63	0.91	14	13	38.33	+0.10	9.90	0.58
VIII 10	6	98.43	—0.89	9.73	1.10	15	15	38.92	—1.22	10.10	0.39
11	8	105.31	—5.80	10.27	1.09	16	24	40.29	+1.34	10.04	0.59
16	7	104.82	—1.59	10.05	0.63	17	9	40.29	—0.03	10.00	1.15
17	8	106.71	—0.10	10.27	0.69	17	2	41.81	+2.85	9.91	1.87
18	11	106.59	—0.48	9.95	0.66	22	5	41.63	+1.57	9.61	1.09
19	5	107.19	—2.63	10.02	0.85	24	13	40.26	+2.50	9.91	0.80
28	3	51.57	—0·95	9.25	1.07	25	13	40.11	+2.45	9.76	0.64
30	5	52.33	—0.02	9.35	0.43	28	17	41.82	+3.32	10.35	0.38
31	5	51.37	—2.63	9.37	0.60	28	9	40.67	+3.06	9.85	0.78
IX 4	4	51.29	—2.32	9.80	1.27	29	19	41.19	+1.55	10.03	0.43
15	6	50.15	—1.27	9.64	0.31	30	12	40.14	+0.94	9.71	0.58
19	3	52.73	—3.73	9.97	0.48	XII 1	16	40.64	+2.18	9.97	0.67

1876	n	Nad.	Δz	$\Delta \varphi$	$\pm F$	1877	n	Nad.	Δz	$\Delta \varphi$	$\pm F$
		"	"	"	"			"	"	"	"
XII 2	4	41.63	+2.98	9.75	1.25	II 16	3.	22.55	—1.22	9.53	1.75
2	13	39.65	+1.33	9.93	0.69	18	8.	18.16	+1.36	9.82	0.65
4	7	39.25	+2.43	9.87	1.11	19	9.	20.26	+0.31	9.57	1.25
5	4	38.77	+4.08	9.59	0.47	20	3.	22.75	+1.80	9.74	1.50
6	24	39.92	+0.07	9.95	0.57	22	10.	23.98	—0.90	9.89	0.36
8	5	39.76	+1.09	9.59	1.14	23	13.	22.48	+0.22	9.63	1.08
10	13	40.11	+1.43	9.98	0.66	28	7.	19.70	—0.42	9.98	1.14
11	2.	04.00	—1.01	9.81	2.25	III 1	13.	19.19	+0.76	9.57	1.23
12	11.	02.02	—0.27	9.53	1.26	2	8.	18.92	—2.17	9.44	0.90
12	13.	1.23	—1.20	9.72	0.98	7	8.	19.75	—2.20	9.63	0.88
13	6.	4.24	—2.09	9.26	2.07	9	12.	20.03	—1.12	9.67	0.73
14	6.	4.63	+1.33	9.69	0.35	10	5.	21.44	—0.18	9.88	0.79
15	3.	6.83	—5.00	9.51	1.13	11	6.	20.85	—0.11	9.80	0.51
16	2.	10.36	+3.46	9.13	2.67	12	2.	21.64	—0.47	9.69	1.66
19	19.	10.20	+0.89	9.72	0.73	16	6.	22.44	—0.50	9.44	0.39
22	19.	10.05	+2.68	9.65	0.59	17	2.	20.62	+0.06	9.82	3.58
28	5.	21.52	—2.92	10.21	0.61	21	15.	21.01	—0.21	9.85	0.41
29	9.	15.86	+0.58	9.81	1.81	23	24.	20.74	+0.15	9.71	0.45
31	16.	16.41	+0.54	9.88	0.70	25	4.	20.09	—1.84	9.91	1.79
1877						26	18.	20.78	—0.03	9.74	0.63
I 2	12.	16.48	+1.60	9.41	0.48	29	16.	14.10	+0.08	9.76	0.46
2	10.	17.94	+1.12	9.87	0.43	31	4.	7.41	—3.40	9.47	1.03
3	10.	15.37	+2.85	10.64	0.59	31	8.	10.39	—2.00	9.87	0.97
5	21.	15.18	+1.24	9.81	0.38	31	4.	14.32	—4.14	9.90	1 10
6	26.	14.86	+0.32	9.74	0.61	IV 3	12.	16.23	+2.36	9.84	0.42
14	19.	15.65	+1.45	9.64	0.47	4	14.	23.29	—1.79	9.85	0.48
16	13.	14.35	+0.90	9.82	0.63	5	28.	24.14	—0.03	9.80	0.34
18	22.	12.39	+0.16	9.76	0.60	7	14.	40.66	+0.13	9.80	0.48
19	12.	12.95	—0.52	9.73	0.97	9	16.	37.77	—0.70	9.78	0.25
20	11.	12.83	—1.20	9.69	0.77	12	30.	37.15	—0.63	9 88	0.41
24	12.	13.95	—1.27	9.74	0.85	15	10.	36.49	+0.56	9.90	0.44
27	10.	14.37	—0.56	9.70	0.60	20	6.	33.62	—0.35	9.85	0.97
29	12.	16.01	+0.37	9.86	0.78	25	18.	34.19	—1.53	9.82	0.45
II 5	12.	18.06	+0.13	9.66	0.78	26	18.	36.21	—0.59	9.69	0.48
15	8.	18.39	—1.14	9.78	0.79	27	15.	29.94	—1.93	9 76	0.52
15	8.	16.96	—0.53	9.55	0.72	V 2	12.	27.30	—2.22	9 53	0.39
16	7.	19.48	+0.88	9.45	2.04	3	17.	32.51	—3.51	9.93	0.55

Anzahl n der in jeder Serie erhaltenen Bestimmung [1]) und des dieser Serie zukommenden Nadirpunktes [2]), das Verzeichniss der Serien. Ausserdem wurden die mit * bezeichneten 28 Sterne möglichst häufig als Refractionssterne beobachtet, und so noch weitere 348 Zenithdistanzen bestimmt. Als vorläufige Biegungsconstante wurde aus 5 Umlegungen

$$b = +\,0'',63 \pm 0'',09$$

erhalten, während die Refractionssterne die Formel

$$\alpha = 1 - 0{,}000901 \,.\, \Delta b - 0{,}002289 \,.\, \Delta t$$

ergaben, für deren Ableitung, Bedeutung und Verwendung auf die frühere Nummer verwiesen werden kann. — Nachdem durch Verbindung der für Biegung und Refraction corrigirten Zenithdistanzen mit den Declinations-Angaben des Nautical Almanac erste rohe Werthe für die Polhöhe abgeleitet, und 8 derselben als ersichtlich falsch ausgeschlossen worden waren, während das Mittel der übrigen 2081 Werthe

$$\varphi = 47^\circ\,22'\,39'',724 \pm 0'',085$$

ergab, wurde die successive Ausgleichung derselben nach der in Nr. XLIV weitläufig auseinandergesetzten Methode vorgenommen, wobei sich ergab, dass die Biegungsconstante um $\Delta b = -\,0'',48$ zu vermehren sei, — dass den Δd und Δz die in Tab. I und II eingetragenen Werthe zukommen, — dass von den benutzten 2081 Bestimmungen noch weitere 10 als unzulässig verworfen werden müssen,

---

[1]) Folgt der in Columne **n** enthaltenen Zahl ein Punkt, so ist die Serie mit vertauschten Köpfen beobachtet.

[2]) Die Columne **Nad.** enthält die Anzahl Sekunden, welche bei normalem Fernrohr zu 175° 21′, bei vertauschten Köpfen zu 355° 21, zu addiren sind, um die wirkliche Nadirablesung zu erhalten.

— dass von den übrig bleibenden 2071 Bestimmungen des Ueberschusses $\Delta\varphi$ der Polhöhe über 47° 22′ 30″

1	zwischen	0,00	und 0,99	und 1	zwischen	19,00	und 19,99
2		1,00	1,99	4		18,00	18,99
14		2,00	2,99	7		17,00	17,99
21		3,00	3,99	21		16,00	16,99
51		4,00	4,99	28		15,00	15,99
59		5,00	5,99	49		14,00	14,99
118		6,00	6,99	98		13,00	13,99
199		7,00	7,99	155		12,00	12,99
305		8,00	8,99	252		11,00	11,99
360		9,00	9,99	326		10,00	10,99

Sekunden fallen, und ihr einfaches Mittel

$$\Delta\varphi = 9'',786 \pm 0'',057$$

wird, während der mittlere Fehler einer Bestimmung $\pm 2'',591$, also der wahrscheinliche Fehler $\pm 1'',748$ beträgt. — Für die definitive Berechnung von $\Delta\varphi$ wurden nun einerseits die erhaltenen Einzelwerthe serienweise zusammengestellt, und so die in Tab. II eingetragenen Mittelwerthe $\Delta\varphi \pm F$ erhalten, aus welchen sich nach durchgeführter Gewichtsbestimmung das Mittel

$$\Delta\varphi = 9'',797 \pm 0'',015$$

ergab. Anderseits wurden die Einzelwerthe nach den Sternen zusammengestellt, und so die in Tab. I eingetragenen Mittelwerthe $\Delta\varphi \pm F$ erhalten, aus welchen sich entsprechend das Mittel

$$\Delta\varphi = 9'',789 \pm 0,028$$

ergab. Im Mittel dieser beiden letztern Werthe findet sich sodann endlich unter Berücksichtigung ihrer Gewichte der Schlusswerth

$$\Delta\varphi = 9'',795 \pm 0'',003$$

oder also die Polhöhe von Zürich nach Wolfer

$$\varphi = 47° 22' 39'',795 \pm 0'',003$$

während ich in Nr. XLIV

$$\varphi = 47° 22' 39{,}991 \pm 0''{,}004$$

gefunden hatte, so dass sich die zwar nicht beträchtliche [3]), aber doch die Unsicherheiten der Bestimmungen wesentlich übersteigende Differenz von

$$0''{,}196$$

ergibt, welche ich vorläufig [4]) als eine Art Personaldifferenz auffassen möchte. Ich behalte mir jedoch vor, theils auf diese Differenz, theils auf die beidseitigen Reihen der Δd und Δz und einige andere Nebenergebnisse, welche sich aus Vergleichung der beiden Serien ableiten lassen, bei einer spätern Gelegenheit zurück zu kommen.

Für heute füge ich noch eine kleine Fortsetzung des in Nr. XXIX begonnenen, dann wiederholt und zuletzt noch in Nr. XLV fortgesetzten Verzeichnisses der Instrumente, Apparate und übrigen Sammlungen der Zürcher Sternwarte bei:

211) Porträt von Leonhard Euler. — Geschenkt von Herrn Rathsherr Peter Merian in Basel.

Es ist das auf Kosten von Basel zum Schmucke der „Commentationes arithmeticæ" gestochene Bild von 30 Cm. Höhe und 22 Cm. Breite, welches die Unterschrift „Leonardi Euleri Basiliensis imaginem aeri incidendam curavit grata civitas 1851", und die Signaturen „Em. Handmann Basil. pinxit. — Frid. Weber Basil. sculpsit" zeigt.

212) Denkmal Regiomontan's und Porträt Michael Mästlin's. — Geschenkt von Prof. Wolf.

Es sind zwei Holzschnitte, von welchen der Erstere „Das am 12. September (1871) enthüllte Denkmal Johannes Müller's

---

[3]) Andere Beobachter erhielten weit grössere Differenzen, so z. B. Laugier und Mauvais (v. Compt. rend. 1853 I 10 und 17) volle 0″,66.

[4]) Vergl. das bereits in Nr. XLI bei ähnlicher Veranlassung Ausgesprochene.

(genannt Regiomontanus) zu Königsberg in Franken" zeigt, eine auf einem Brunnenstocke aufgestellte Standfigur, — der Zweite das Brustbild des berühmten Lehrers Kepler's, wie es in der von Reitlinger, Neumann und Gruner herausgegebenen Schrift „Johannes Kepler. Stuttgart 1868 in 8" erschien.

213) Gedenktafel an Kepler. — Zusammengestellt und geschenkt von Prof. Wolf.

Eine Tafel auf welcher ich das Porträt Kepler's (nach dem Strassburger-Original von T. Bauer gestochen) mit seinen Wappen, den Ansichten von Weilderstadt, seinem dortigen Geburtshause, seinem Aelternhause in Leonberg, der Klosterschule in Maulbronn, von Tübingen und Graz, und dem bei letzterer Stadt gelegenen Schlösschen Mühleck, und endlich der bekannten, sein Mysterium cosmographicum darstellenden Figur umgab, — die sämmtlichen Abbildungen der unter 212 citirten Schrift entnehmend.

214) Abbildung des Meteoriten von Rittersgrün. — Von der k. Bergakademie zu Freiberg geschenkt.

Eine Tafel von circa 50 Cm. Breite auf 40 Cm. Höhe, welche in natürlicher Grösse einen Hauptschnitt des Eisen-Meteoriten in Farbendruck zeigt, der 1833 zu Rittersgrün im sächsischen Erzgebirge von einem Waldarbeiter beim Ackerroden zufällig aufgefunden wurde. Das Hauptstück von 110 Pfund, welches, nach dem zwei Monate in Anspruch nehmenden, durch Hörnes in Wien beaufsichtigten Schnitte, übrig blieb, wurde der Sammlung der Bergakademie in Freiberg einverleibt, — die Abfallstücke von zusammen 48 Pfund wurden theils verschenkt, theils (das Loth zu 2 Thlr.) auf den Markt gebracht. Etwa $^3/_{10}$ des Volumens betrugen Meteoreisen, die übrigen $^7/_{10}$ eine unmetallische, zumeist aus Bronzit bestehende braune Masse.

215) Abbildungen der Sonnenfinsternisse von 1706 und 1724. — Angekauft.

Es sind zwei Tafeln von circa 42 Cm. Breite und 33 Cm. Höhe, welche beide die Signaturen „Joh. Melchior Füesslin Tigur. ad vivum del. — G. Balth. Probst, Hæred. Jerem. Wolffij exc. Aug. Vind." tragen, und die Finsternisse „in einem angenehmen Prospect des berühmten Zürcher See" vorstellen.

216) Darstellung der Sonnenflecken, welche Peter Saxonius 1616 beobachtete. — Angekauft.

Eine Tafel von 32 Cm. Breite und 26 Cm. Höhe, welche die Ueberschrift „Maculæ solares ex selectis observationibus Petri Saxonis Holsati Altorfii in Academia Norica factis ad magnificum senatum inclitæ Reipublicae Norinbergensis" zeigt, von Odontius herausgegeben worden sein soll, und 12 Sonnenbilder von 5 Cm. Durchmesser enthält, welche den Sonnenfleckenstand vom 24. Februar bis 17. März 1616 darstellen.

217) Porträt von Gabriel Doppelmayr. — Geschenkt von Prof. Wolf.

Kupferstich von 26 Cm. Breite auf 36½ Cm. Höhe mit der Unterschrift: „Johannes Gabriel Doppelmaierus, Math. Prof. publ. etc. Natus D. 29. Sept. 1677". Zeichner und Stecher sind nicht angegeben.

218) Porträt von Descartes. — Geschenkt von Prof. Wolf.

Kupferstich von 22½ Cm. Breite und 32 Cm. Höhe mit der Unterschrift: „Renatus Descartes, Nobilis Gallus, Perroni Dominus, Summus Mathematicus et Philosophus: Talis erat vultu Naturæ Filius: unus — Qui Menti in Matris viscera pandit iter. — Assignansque suis quævis miracula causis, — Miraculum reliquum solus in orbe fuit. — F. Hals pinxit. — J. Suyderhœff sculpsit. — P. Goos excudit". Oben liest man: „Natus Hagæ Turonum pridie Cal. Apr. 1596. Denatus Holmiæ Cal. Febr. 1650". — Als Beigabe ist eine Lithographie von H. Formant „Le crâne de Descartes" zu sehen, welche 1872 der ersten Nummer des „Journal de Zoologie" beigelegt wurde, in welchem der Brief abgedruckt ist, mit welchem Berzelius 1821 die Sendung des muthmasslichen Schädels von Descartes an Cuvier begleitete.

219) Graphische Darstellung der Sonnenfinsterniss vom 28. Juli 1851. — Geschenkt von Prof. Wolf.

Eine lithographirte Karte von Europa von 45 auf 36 Cm., in welcher die Zonen der totalen Verfinsterung und der partialen Verfinsterungen bis auf 7 Zoll herunter eingetragen sind.

220) Sonnenflecken- und Sonnenfackeln-Beobachtungen

von Gottfried Schweizer im Juli 1860. — Geschenkt von Prof. Wolf.

Es sind Abbildungen der Sonne vom 15.—20. Juli 1860, welche Gottfried Schweizer seiner Abhandlung im Jahrgange 1860 des Bulletin der Gesellschaft in Moskau beigab.

221) «Ptolemeisch General Tafel, die halbe Kugel der Welt begreiffende.» — Geschenkt von Prof. Wolf.

Ein Holzschnitt von 36 auf 31 Cm., welcher die alte Welt bis zum Wendekreis des Steinbocks nach Climaten und Winden darzustellen sucht.

222) Porträt von Jean Alphonse Borelli. — Angekauft.

Lithographie von circa 25 auf 32 Cm. Als Maler ist Vigneron, als Lithograph G. Engelmann genannt.

223) Abbildung einer «Standuhr mit Krystallmantel». — Geschenkt von Herrn Telegrapheninspector Kaiser.

Stich von 23 auf 32 Cm., welcher die von mir in Nr. 33 meiner Mittheilungen nach Schreiben von Professor Eduard Weiss beschriebene Bürgi'sche Prachtuhr zeigt, und dem zur Zeit der Wiener-Ausstellung herausgekommenen Prachtwerke über die k. k. Schatzkammer entnommen ist. Signaturen trägt er, ausser dem angeführten Titel, keine.

224) Abbildungen der Sternwarten in Zürich und Ogyalla. — Geschenkt von Prof. Wolf.

Die erstere Abbildung ist Nr. 21 meiner Mittheilungen, die zweite der Zeitschrift Sirius entnommen.

225) Porträt von Joh. Rudolf Meyer. — Geschenkt von Prof. Wolf.

Es ist dieses Porträt des um die Topographie der Schweiz so hochverdienten „Vater Meyer" in Aarau, der bekannten „Gallerie berühmter Schweizer" entnommen.

226) Abbildung eines Sonnenfleckens. — Geschenkt von S. P. Langley, Director des Allegheny-Observatory.

Es ist der von Langley im Dezember 1873 gezeichnete, von ihm als „A Typical Sun-Spot" angesehene, und von S. Sartain gestochene grosse Flecken.

227) Abbildungen von Sonnenflecken und Protuberanzen im April 1870. — Geschenkt von Prof. Tacchini in Palermo.

Es ist eine der Tafeln, welche mit dem „Bulletino meteorologico di Palermo“ ausgegeben worden sind.

228) Abbildungen von Mars und Jupiter. — Geschenkt von Dr. Terby in Löwen.

Es sind 23 Abbildungen des Mars von 1864 XI. 18, 19, 22, 26, 30, XII 5, 7 (2), 14, 15, 22 (2) 23; 1865 I 2, 6, 7; 1866 XII 19, 30; 1867 I 5, II 2, 3, 9, 11, — und 2 Abbildungen des Jupiter von 1872 I 30 und II 2, mit welchen Terby seine betreffenden Notizen in Bd. 31 und 34 des Bulletins der belgischen Academie begleitete.

229) Kalender der alten Mexikaner auf einem antiken Basalt-Relief. — Geschenkt von Prof. Wolf.

Es ist die dem Januarheft 1813 der Allg. geogr. Ephemeriden beigegebene Abbildung.

230) Darstellung der Sonnenfinsterniss von 1860 VII 18 für Zürich. — Mss.

Eine zur Zeit von mir entworfene, ganz approximative Bestimmung der Hauptmomente durch Construction.

231) Spectren der Sonne und einiger Sterne. — Geschenkt von Prof. Wolf.

Es sind zwei Tafeln, von welchen die Eine, Sonne, Aldebaran und Betelgeuze betreffend, mit dem 7. Bande von Falb's Sirius ausgegeben wurde, — die Andere, welche ausser dem Sonnenspectrum und 5 Sternspectren noch das Spectrum des Orion-Nebels und 5 Metallspectren gibt, bei Bequet zu Paris erschien.

232) Porträte von Santini und Secchi. — Geschenkt von Prof. Tacchini in Palermo.

Zwei Photographien in Visitenkarten-Format.

233) Porträt von Kepler. — Geschenkt von Prof. Strasser in Kremsmünster.

Eine Photographie von 20½ Cm. Breite auf 26 Cm. Höhe nach dem schönen Originalbilde nahe gleicher Grösse, welches die Sternwarte in Kremsmünster besitzt.

234) Ein Astrolabium. — Geschenkt von Herrn Maler Ludwig Vogel in Zürich.

Das Astrolabium zeigt die Aufschrift „Martel à Genève", hat 10 Cm. Radius und ist in Halbgrade getheilt. Muthmasslich konnte an dasselbe eine, jetzt nicht mehr vorhandene Boussole angeschraubt werden.

235) Astronomische Uhr von Zöpfel. — Im Jahre 1865 durch den seither verstorbenen Spitalverwalter Frei in Zürich geschenkt.

Die Uhr, welche ein ziemlich rohes und jedenfalls nicht mehr ganz vollständiges Werk hat, dürfte nicht leicht wieder in Gang zu bringen sein; dagegen ist das aus einer vergoldeten, quadratischen Kupfertafel von 32 Cm. Seite bestehende, ziemlich hübsch gravirte Zifferblatt nicht ohne Interesse. Abgesehen von den die Ecken ausfüllenden Emblemen der vier Jahreszeiten, zeigen die äussersten Kreise die zwölf Monate mit ihren einzelnen Tagen; dann folgen nach innen, unter Beigabe der entsprechenden Tageslänge, die zwölf Zeichen des Thierkreises, die ganz hübsch gravirt und je in ihre 30 Grade eingetheilt sind, so dass 0° Arietis dem 20. März entspricht; noch weiter nach innen kömmt ein Kreis, der in $29^1/_2$ Theile getheilt ist, also offenbar den synodischen Mondumlauf darstellt; nachher folgen Theilungen in 60 und 12, den Minuten und Stunden entsprechend, und der innerste Raum endlich zeigt theils die Wochentage, theils die Figuren und Namen der Tagesregenten. — Es geht aus diesem Zifferblatte, über welchem man „Jacob Zöpfell Costantz" liest, wohl mit ziemlicher Sicherheit hervor, dass die Uhr dazu bestimmt war, ausser der gewöhnlichen Zeit, auch noch den Monats- und Wochen-Tag, sowie das Alter des Mondes zu zeigen. Wie gut sie diese Aufgabe erfüllte, lässt sich jetzt kaum mehr mit Sicherheit bestimmen; dagegen will ich zum Schlusse noch einige Notizen über ihren Verfertiger beifügen, welche ich mir zur Zeit der Schenkung aus Constanz erbat, und dann auch durch Vermittlung von Herrn J. Marmor daselbst in freundlichster Weise erhielt: Jakob Zöpfel oder Zepfel, der am 18. Dezember 1770 im Alter von $88^1/_2$ Jahren starb, also im Frühjahr 1682 geboren wurde, wird sogar in den Kirchen-

büchern der Beiname „Automatarius“ beigelegt, wodurch wohl so ziemlich bewiesen ist, dass er von seinen Zeitgenossen als ein in dieser Richtung hervorragender Künstler betrachtet wurde. Aus seiner Ehe mit Katharina Winter von Stokach erhielt er, neben einer Tochter, vier Söhne, von welchen wenigstens zwei, Georg Andreas (1709—1772) und Johann Jakob (1711—1787), ein höheres Alter erreichten; ob der eine oder andere derselben den Beruf des Vaters fortsetzte, wird nicht gesagt. Gegenwärtig scheint das Geschlecht der Zöpfel, deren Stammhaus das Haus zum Korb (Nr. 581) in der Augustinergasse gewesen sein soll, in Constanz vollständig ausgestorben zu sein.

236) Zwei Planisphärien, — das Eine von Herrn Mechanikus Repsold in Hamburg, das Andere von Prof. Wolf geschenkt.

Das von Herrn Repsold geschenkte Planisphärium hat 11 Cm. Durchmesser, und wurde 1602 von Christof Magnus construirt, über den ich keine Nachrichten finden konnte, der aber der Zeit nach etwa der Vater des 1679 verstorbenen Cessius Magnus, Professor der Mathematik in Upsala, sein könnte. Es hat die gewöhnlichen Theilungen, wobei 0° Arietis mit März 11 correspondirt, so dass es dem damals in Norddeutschland und Schweden noch gebräuchlichen alten Kalender entspricht, — ist natürlich, wie es bei dem geringen Durchmesser kaum anders möglich war, sehr überladen, — und zeichnet sich eigentlich nur dadurch etwas aus, dass es ganz complet und überhaupt in allen Theilen ganz gut conservirt ist. — Das von mir geschenkte Planisphärium hat 21 Cm. Durchmesser, zeigt aber weder Jahrzahl noch Name des Verfertigers. Es wurde von mir Anfangs der 50er Jahre in Bern in einer Rumpelkammer gefunden, und dann, da die nöthigen drehbaren Radien und Dioptern fehlten, durch Goldschmid in Zürich so gut als möglich completirt. Im Uebrigen ist es gut conservirt, und viel sorgfältiger gearbeitet und getheilt als das Ersterwähnte, was natürlich auch schon der fast doppelte Durchmesser ermöglichte. Die Theilungen und Netze sind im Allgemeinen die gewohnten, jedoch sind einige Eigenthümlichkeiten hervorzuheben: Für's Erste ist der Kalender auf der Mater doppelt; zunächst an der Theilung in Zeichen

und Grade findet sich eine Theilung in die Monate und ihre einzelnen Tage, die so gestellt ist, dass März 10 etwa $^1/_4$° unter; März 11 dagegen etwa $^3/_4$° über die mit 0 Arietis übereinstimmende Horizontale fällt, — und dann folgt nach innen eine zweite, aber nur die Zehner der Monatstage zeigende Theilung, deren März 20 mit dem frühern März 9 correspondirt. Es sind also der julianische und gregorianische Kalender repräsentirt, und zwar entsprechend dem mit dem Eintritte in das 18. Jahrhundert bestehenden Unterschiede von 11 Tagen. Auffallender Weise zeigt sich jedoch diese Differenz nur vom 31. Januar des neuen Kalenders bis und mit dem 25. Juli desselben, — für den Rest des Jahres beträgt sie nur 10 Tage, — was dadurch bewirkt ist, dass sowohl am Schlusse des neuen Januar als am Schlusse des alten Juli je ein Tag weggelassen ist; wahrscheinlich geschah diess in der Absicht um zwischen dem 17. und 18. Jahrhundert zu vermitteln, und es dürfte daraus der Schluss zu ziehen sein, dass dieses Planisphärium gegen das Ende des 17. Jahrhunderts construirt wurde, und zwar in einer Gegend, wo, wie z. B. in der Schweiz, die beiden Kalender nebeneinander florirten. — Die Monatnamen sind in französischer Sprache beigeschrieben, wobei die eigenthümlichen Schreibweisen „Juing, Aoust, Novenbre“ vorkommen. Auf der Rete sind dagegen die lateinischen Benennungen der Zeichen des Thierkreises und der Sterne beigesetzt. — Eine fernere Eigenthümlichkeit besteht darin, dass die in die Mater einzulegende Scheibe dreifach vorhanden ist: Auf der Einen ist die Projection auf der einen Seite für 42°, auf der andern für 48° Polhöhe gemacht, — auf der Andern für 45° und 49°, — und auf der Dritten ist sie für 51° ausgeführt, während auf der Rückseite nur der Equator und die beiden Wendekreise verzeichnet sind, und die offenbar beabsichtigte weitere Construction noch nicht ausgeführt ist, wahrscheinlich weil der Verfertiger vor Vollendung seines Instrumentes starb. Den Grund der Mater füllt eine Windrose aus, und die Rückseite derselben, auf welche der Dorsum Astrolabii mit seinen bereits besprochenen Theilungen aufgelegt wird, zeigt ein Hülfsnetz in stereographischer Equatorealprojection, dessen Bestimmung mir nicht ganz klar geworden ist. (Fortsetzung folgt.)

Notizen.

Nach einem fliegenden Blatte von Horner's Hand. In 54.° nördl. und 192. östl. von Greenwich, 6½ deutsche Meilen im Westen von der Nordspitze von Unalaska und im Norden von dem nordwestlichen Theil der Insel Umnack liegt ein Fels, auf welchem von den ältesten Zeiten her die Aleuten viele Seelöwen und Seehunde erlegten. Im Jahre 1795 bemerkte man einen beständigen Nebel in der Nähe dieses Felsens, welcher selbst bei dem heitersten Wetter stehen blieb, so dass man es für Rauch hielt. Ein Einwohner von Unalaska, welcher endlich dahin fuhr, kam mit der Nachricht zurück, dass das Meer daselbst koche. Der Rauch dauerte indessen ohne grosse Abänderung fort bis endlich im Jahre 1800 bei aufheiterndem Wetter den erstaunten Insulanern eine kleine nie gesehene Insel in der Nachbarschaft des Felsens sich entdeckte. Es war ein kleiner Pik, der unaufhörlich Flammen und Rauch ausspie. Nur 1802 zur Zeit eines starken Erdbebens auf Unalaska, brannte dieser Pik nicht; desto stärker der Vulkan auf Unalaska. Einige Insulaner, welche im April 1806 die neue Insel besuchten, sagten Folgendes aus: Sie hätten in etwa sechs Stunden die Insel umrudert, welches für den Umfang derselben 4 deutsche Meilen, etwa 30 Werste giebt. Um den Pik zu ersteigen, wenn dieses seines jähen Abhanges wegen möglich wäre, würde man ihrer Meinung nach wohl sechs Stunden nöthig haben. Sie landeten an dem flachen südlichen Ufer, weil von der steilen Nordseite eine weiche Materie vom Gipfel des brennenden Vulkans herunter ins Meer floss, und die Erde dort zu heiss war. Mit grosser Beschwerlichkeit gelangten sie endlich nicht völlig bis zur halben Höhe des Piks. Hier war die Erde merklich wärmer, und aus mehreren Höhlen des Berges drang Rauch und Hitze hervor. Mit einem Erstaunen, das sie selbst in der Erinnerung noch mit Freude erfüllte, fanden sie Seelöwenfleisch, welches sie beim Ausruhen in eines dieser Löcher gehängt hatten, sehr gut gebraten. Mangel an Wasser, das sie auf der Insel

zu finden gehofft hatten, nöthigte sie bald zur Rückkehr. Ausser einigen Stückchen gediegenem Schwefel brachten sie nichts von da zurück; die Steine, sagten sie, wären wie die auf Unalaska. [R. Wolf.]

Auszüge aus den Sitzungsprotokollen.

Hauptversammlung den 27. Mai 1878.

In Verhinderung des Präsidenten und Vicepräsidenten leitet der Aktuar die Geschäfte.

1) Vorlage der Rechnung für das Jahr 1877 durch Herrn C. Escher-Hess, Quästor:

Ausgaben:	Fr. Ct.	Einnahmen:	Fr. Ct.
Bücher	3213. 10	Alte Restanz v. Jahr 1876	75556. 46
Buchbinder	686. —	Jahreszinsen . . .	3498. 50
Neujahrsstück . . .	343. 28	Marchzinsen . . .	167. 30
Vierteljahrsschrift .	2454. 60	Eintrittsgelder . .	100. —
Katalog	379. 50	Jahresbeiträge . . .	2375. —
Miethe, Heizung, Beleuchtung . . .	186. —	Neujahrsstück . . .	281. —
Mobilien	—. —	Katalog	20. —
Besoldungen . . .	500. —	Vierteljahrsschrift .	186. 64
Verwaltung	267. 35	Legate	—. —
Steuern	—. —	Beiträge v. Behörden u. Gesellschaften .	815. —
Passivzinse	—. —	Allerlei	—. —
Allerlei	—. —		
Summa .	8029. 83	Summa .	82999. 90

Wenn von den Einnahmen von Fr. 82999. 90 Cts.
abgezogen werden die Ausgaben von „ 8029. 83 „

so bleibt als Uebertrag auf 1878 Fr. 74970. 07 Cts.
Er betrug 1877 „ 75556. 46 „

Somit ergibt sich für 1877 ein Rückschlag von Fr. 586. 39 Cts.

Die Gesellschaft besitzt ferner fünf erratische Blöcke, nämlich 2 bei Wald, 1 bei Ringweil (Hinweil), 1 bei Embrach, 1 bei Wytikon.

Die Rechnung wird unter bester Verdankung gegen den Quästor, Herrn C. Escher-Hess, genehmigt, mit dem Wunsche, derselbe möge auch ferner die mühsame Verwaltung des Gesellschaftsvermögens übernehmen.

2) Herr Bibliothekar Dr. Horner erstattet folgenden Bericht über die Bibliothek:

Bericht über die Bibliothek der Naturforschenden Gesellschaft über d. J. 1877.

An Geschenken erhielt die Bibliothek 39 Nummern und zwar 12 von den HH. Prof. Clausius, Prof. Dedekind von Prag, G. Escher, Favaro in Venedig, Favre in Genf, Heer, Melsens von Brüssel, Dr. Schoch, Plantamour von Genf, Schwedoff von Odessa, Siebold und Kölliker in Würzburg, Wolf.

Ferner von nachfolgenden Behörden und Korporationen: von der British association, von dem Department of the United Stat. of America, v. d. Eidg. Baubureau, v. d. Eisenbahn- u. Handelsdep., v. d. Genfer Sternwarte, v. d. Geologischen Commission, v. d. Schweiz. naturforsch. Gesellschaft, v. d. Naturforsch. Gesellschaft in Basel, v. d. Smithsonian institution, v. d. Technischen Gesellsch. in Zürich, v. d. Friesischen Fond.

Durch Ankauf vermehrte sich die Bibliothek um 121 Bände. Darunter befinden sich 27 Bände neue Anschaffungen und 94 Fortsetzungen.

Für Bücher wurden insgesammt ausgegeben Fr. 3213. 10, davon Fr. 432. 90 für neue Anschaffungen.

Eine bedeutende Vermehrung der Bibliothek erwuchs auch dieses Jahr wieder durch Tausch gegen unsere Vierteljahrsschrift. Wir tauschen gegenwärtig mit 177 Gesellschaften und erhalten einen werthvollen Ersatz für das von uns Geschickte.

Was den Gebrauch der Bibliothek betrifft, so sind im verflossenen Jahre 1642 Bände ausgeliehen worden. Leider kommt es immer noch vor, dass etwa einzelne Bände von dem Entlehner als längst zurückgegeben nicht mehr anerkannt werden.

Unser Local füllt sich immer mehr an, so dass es immer

schwieriger wird die Bücher auf eine befriedigende Weise aufzustellen. Dazu kommt noch der Uebelstand, dass während der Hälfte des Jahres die Kälte den Aufenthalt in der Bibliothek sehr erschwert.

Das Manuscript für den neuen Katalog bedarf nun bloss einer nochmaligen Durchsicht und der nöthigen Ergänzung, was nun im Laufe des Sommers ausgeführt werden soll.

3) Herr Bibliothekar Dr. Horner legt folgende seit der letzten Sitzung neu eingegangene Bücher vor:

B. Sitzung vom 27. Mai 1878.

A. Geschenke.

Von den HH. Prof. Kölliker und Siebold.

Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. XXX. 3. 4. Suppl. 1. 2.

Von dem astronom. Observat. von Edinburgh.

Astronom. observations. Vol. XIV.

Von der technischen Gesellschaft in Zürich.

Jubiläumsschrift. Uebersicht d. Verhandlungen. Heft XXXIII.

Von der Schweiz. Geologischen Commission.

Beiträge zur geolog. Karte d. Schweiz. Lief. 13.

Von dem Herrn Verfasser.

Schoch, Dr. Emil, Praktische Anleitung zur Bestimmung der Käfer Deutschlands u. d. Schweiz. 8°. Stuttgart. 1878.

Von dem Herrn Verfasser.

Schindler, E., Beiträge zur Kenntniss d. Malpighischen Gefässe der Insekten. 8°. Leipzig 1878.

Von der Allgem. Schweiz. Gesellschaft für Naturwissenschaft.

Actes de la soc. Helvétique des sc. naturelles. Session 60.

Von der R. philosoph. Society.

Catalogue of scientific papers. Vol. VII.

B. In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

Sitzungsberichte d. k. k. Akademie d. Wissenschaften (in Wien).

Abth.	I.	Bd.	LXXIV.	2—5.	LXXV.	1—5.
„	II.	„	„	3—5.	„	1—5.
„	III.	„	„	1—5.	„	1—5.

Bulletin de la société mathématique de France. T. VI. 3.
Bericht der naturwissenschaftl. Vereins in Aussig a. d. Elbe.
Bericht über die Senckenberg. naturf. Gesellschaft. 1875–77.
Abhandlungen d. naturforsch. Gesellschaft zu Nürnberg. Bd. 6.
Bericht 24 d. naturhist. Vereins in Augsburg.
Jahrbücher d. Nassauischen Vereins zu Wiesbaden. Jg. 29 u. 30.
Bericht 19—25 des Vereins f. Naturkunde zu Kassel.
Annuario della società dei naturalisti in Modena. XII. 1. 2.
Verhandlungen d. k. k. Zoolog. Botan. Vereins in Wien. XXVII.
Proceedings of the Royal soc. 175—183.
Greenwich observations. 1875.
Memoirs of the R. astronom. soc. Vol. XLIII.
Tennant, J. F. Report on the Transit of the Venus. 4°. Calcutta 1877.
Mittheilungen der k. k. Mährisch-Schlesisch. Gesellsch. Ackerbau u. s. w. Brünn. 1877.
Jaarboek, Nederlandsch meteorolog. XXIV. 2. XXVIII. 1.
Observations météorol. des stations du second ordre dans les Pays-Bas. 1876.
Hayden, Report of the U. S. geolog. survey. Vol. VII.
Observations de Poulkova. Vol. VII.
Jahresbericht der Nicolai-Hauptsternwarte. 1877.
Annalen des physical. Central observat. von H. Wild. 1876.
Atti della R. accademia dei Lincei III. Vol. II. 3. 4. 5.
Schriften d. physical. ökonom. Gesellsch. zu Königsberg. XVII. 1. 2. XVIII. 1.
Proceedings of the Zool. soc. of London. 1877. 3. 4.
Bulletin de la soc. I. des naturalistes de Moscou. 1877. 4.
Bulletin de la soc. Vaudoise des sc. nat. 79.
Abhandlungen vom naturw. Vereine in Bremen. Bd. V. 3. 4. Beilage 6.
Proceedings of the R. geogr. soc. Vol. XXII. 2. 3.
Monatsbericht d. k. preuss. Akad. d. W. 1877. Dec. 1878. 1. 2.
Notizblatt des Vereins f. Erdkunde zu Darmstadt. III. 16.
Mineralogische Mittheilungen, Gesammelt v. G. Tschermack. 1877. 1—4.
Zeitschrift d. deutschen geologischen Gesellschaft. XXIX. 4.
Mittheilungen d. naturwissensch. Vereines f. Steiermark. 1877.

Zeitschrift f. d. gesammten Naturwissenschaften. 1877. 1 (XLIX).
Jahrbuch d. geolog. Reichsanstalt. 1877. 4. Verhandl. 14–18.
Sitzungsberichte d. Naturforsch. Gesellschaft zu Leipzig. 1877. 2—10.
Korrespondenzblatt d. Naturforscher-Vereins zu Riga. XXII.
Jahrbücher d. Nassauischen Vereins f. Naturkde. XXIX. XXX.
Nachrichten von der K. Gesellsch. d. W. zu Göttingen. 1877.
Abhandlungen d. geolog. Reichsanstalt. Bd. VIII. 2.
Mémoires de la soc. des soc. nat. de Cherbourg. T. XX.
Vierteljahrsschrift d. Astronomischen Gesellschaft. XIII. 1.
Proceedings of the London mathematical soc. 124. 125.
Bulletin de l'acad. I. de l'acad. de S. Pétersbourg. XXIV. 4.

C. Von Redactionen.

Der Naturforscher. 1878. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21.

D. Anschaffungen.

Abhandlungen der Schweizer. paläontol. Gesellschaft. Bd. IV.
Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. 1876. 3.
Berliner Astronomisches Jahrbuch f. 1880.
Schweiz. meteorolog. Beobachtungen. XIII. 6. XIV. 4.
Palæontographica. XXV. 3. Suppl. III, Lief. 1, Heft 2. Generalregister 3.
The transactions of the Entomological society. 1877. 4.
Liebig's Annalen d. Chemie. 191.
Moleschott, Untersuchungen XII. 1.
Jahrbuch über die Fortschritte d. Mathematik. Bd. VIII. 1.

4) Kurzer Bericht des Aktuars über 1877/78, von der Hauptversammlung vom 4. Juni 1877 bis und mit der Sitzung vom 11. März 1878. „In 10 Sitzungen werden 10 Vorträge gehalten von den Herren Prof. Fr. Weber, Prof. Weilenmann, Prof. Cramer, Prof. Hermann, Dr. Luchsinger, Prof. Fliegner, Prof. Schär, Prof. Hermann, Prof. K. Mayer, Prof. Culmann und zehn kleinere Mittheilungen gemacht von den Herren R. Billwiller, Dr. Schoch, Dr. Keller, Prof. Cramer, Prof. Hermann (2), Prof. Baltzer, Prof. Hermann, Dr. Keller, Photograph Ganz. Als ordentliche Mitglieder wurden in die Gesellschaft aufgenommen die Herren Architekt Mollet, Privatdocent Dr. Gröbli, R. Brunner, Chemiker in Küsnacht, Privat-

dozent Dr. Winter, Chemiker Schöller, Prof. Grebe, Privatdocent Dr. Asper, im Ganzen 7 Mitglieder. — Ausgetreten sind die Herren Obertelegraphist Keller, Apotheker Müller, Dr. med. Vogler, im Ganzen drei Mitglieder. — Durch den Tod verlor die Gesellschaft zwei Mitglieder: Herrn Privatdocent Dr. H. Weith und Herrn Dr. phil. Wiser (Legat von 200 Fr.). — Somit haben wir jetzt 164 ordentliche Mitglieder, 33 Ehrenmitglieder (von denen vielleicht ein Theil gestorben ist), 12 correspondirende Mitglieder. Zu Comitemitgliedern wurden ernannt die Herren Prof. Lunge, Dr. Kleiner, Prof. Schulze, Prof. Frobenius.

5) Es wird die Anzeige gemacht, dass Herr a. Rechenschreiber Dr. Nüscheler vom Comite zum diessjährigen Schuldtitelrevisor gewählt wurde.

6) Es sind der Präsident und Vicepräsident der Gesellschaft neu zu wählen. Im dritten Scrutininum wird zum Präsidenten Herr Prof. Wolf, im zweiten Scrutinium zum Vicepräsidenten Herr Prof. Fr. Weber gewählt.

7) Herr Prof. Weber hält einen Vortrag „Neue Untersuchungen über die electromotorischen Kräfte chemischen Ursprungs". Derselbe wird im nächsten Hefte in extenso mitgetheilt werden.

8) Es wird angezeigt, dass das Desiderienbuch in jeder Sitzung aufgelegt wird. (A. Weilenmann.)

Notizen zur schweiz. Kulturgeschichte. (Fortsetzung.)

269. (Forts.) Krusenstern an Horner, Ass 1822 IV 20. Ich freue mich unendlich, dass Sie Ihren Freund und Lehrer, den braven Zach, besuchen werden. Empfehlen Sie mich ihm aufs freundlichste und aufs verbindlichste. Sagen Sie ihm von mir alles Mögliche Gute, wie sehr ich seine Liberalität erkenne, sowie seinen Eifer ein Buch gedruckt zu sehen, das es gewiss nicht verdient, so sehr von ihm protegirt zu werden. In meiner Vorrede habe ich es zwar öffentlich gesagt wie sehr ich ihm verpflichtet bin, und sollte ich zu wenig gesagt haben, so ist gewiss nicht Mangel an Dankbarkeit daran schuld.

Buzengeiger an Horner, Tübingen 1822 VI. 11. Vor einigen Wochen haben wir endlich den grossen 3füssigen Meridiankreis von Reichenbach in einem schon vor 4 Jahren erbauten steinernen Häuschen mit kupfernem Dach auf dem Schlosswall hier aufgestellt; es ist ein prachtvolles Instrument und die Fernröhre daran vorzüglich, am hellen Mittag zeigt sie Sterne der 4. Grösse noch sehr schön. Ebenso vorzüglich ist das neue Universalinstrument von Reichenbach, welches voriges Jahr schon für die hiesige Sternwarte angeschafft wurde. — Zur Regulation meiner Uhren habe ich so genau wie möglich in dem Meridian und in der Richtung gegen den Sirius in meinem Zimmer die Wand durchbohrt und eine kleine achromatische Fernröhre fest eingemauert. In der Fernröhre habe ich 9 verticale Spinnefäden. Mit dieser sehr einfachen Vorrichtung bekomme ich die Zeit immer auf eine halbe Seconde genau. Ist eigentlich ein festes Passage-Instrument, welches blos gegen den Sirius gebraucht werden kann. Diesen Stern kann ich das ganze Jahr beobachten, und ob er gleich gegenwärtig ganz nahe bei der Sonne ist, so sehe ich ihn wirklich heute um Mittag $1^h\ 10^m\ 55^s$ prächtig glänzend den ersten Faden passiren.

H. W. Brandes an Horner, Breslau 1822 VI 15. Doppelten Dank bin ich dir für deine zwei Briefe und für deine theilnehmende Verwendung für meine Untersuchungen schuldig. — Sehr schmerzlich ist es mir zu hören, dass dein langes Stillschweigen so grossentheils von häuslichem Leide und Krankheiten herrührt und dass du so sehr viel trübe Tage zu ertragen gehabt hast. — Auch ich habe freilich von manchen trüben Tagen zu erzählen; doch geht es jetzt meiner Frau und 4 Kindern recht leidlich, und ich selbst halte mich noch immer am gesundesten; aber freilich wer ein sechsfaches Ich hat, ist selten lange von allen Leiden frei. Möge dir nun wenigstens von Seiten der Kinder soviel Glück beschieden sein, als wir durch die unsrigen geniessen. — Die meteorologischen Untersuchungen machen jetzt nur einen Nebenzweig meiner Beschäftigung aus. Ich schreibe an einer höhern Geometrie, deren erster Theil soeben fertig erschienen ist. Meine Vorlesungen machten es mir zur Pflicht diese

Gegenstände fleissig zu bearbeiten, und das geschieht nicht besser als wenn man es zum Druck bearbeitet. Wenn Gesundheit und sonst günstige Zeiten es unterstützen, so wird in 1½ Jahren der 2. Band fertig. — Ueber die Angriffe auf Zach habe ich sehr wenig bis jetzt erfahren. Arago's Schrift habe ich noch nicht gesehen und nur durch Olbers erfahren, dass sie sehr heftig ist. Zu bedauern ist es allerdings, dass die Astronomen Zach's Verdienste verkennen; es mag jetzt freilich mancher weiter sehen als Zach, aber doch nur indem er auf seinen Schultern steht. — Von Benzenberg weiss auch ich wenig. Ich sah ihn voriges Jahr in Berlin und zuletzt noch in Göttingen. Seine Thätigkeit für die Physik ist fast ganz hin, daher ist auch unsere Correspondenz fast ganz zu Ende.

Krusenstern an Horner, Ass 1822 VII 4. Sie erhalten hiebey meinen Aufsatz über die Strömungen im Südmeere; so unvollkommen er auch seyn mag, so will ich es doch wagen ihn in die Welt zu schicken; er kann wenigstens Jemand als Aufforderung dienen Etwas Besseres dieser Art zu leisten. — Die zufällige Entdeckung einer Insel in der Nähe der B....-Bay *) scheint wohl das ganze Resultat der Entdeckungs-Expedition des Capitain Wasilieff zu seyn. Es ist so schade dass man dem Kotzebue nicht das Commando gegeben hatte; sicher wäre sie besser ausgefallen, und wenn er auch nicht um das Eis-Cap hätte herumkommen können, was auch dem Wasilieff nicht gelungen ist und vielleicht keinem gelingen wird, so wäre doch unter seinem Befehl die Untersuchung der Küste zu Lande zu Stande gekommen, wie es Kotzebue in seiner Instrukzion vorgeschrieben war; daran scheint man aber nicht gedacht zu haben, und doch ist es das Einzige was man thun kann und thun muss, um mit dem Problem der nördlichen Durchfahrt ins Reine zu kommen. Gott erhalte den unternehmenden Parry, e[illegible]ag nun reussiren oder nicht die Behrings-Strasse zu erreichen. Jetzt wird wohl nicht sobald eine neue Expedition nach jenen Gegenden unternommen werden, und trotz aller Kosten sind wir in un-

*) Der Name der Bay ist absolut unlesbar; überhaupt sind manche der Krusenstern'schen Briefe fast gar nicht zu entziffern.

sern Versuchen von Westen nach Osten nicht weiter gekommen als Cook. — Kotzebue ist in Nr. 52 der Quaterly Review stark mitgenommen worden, besonders dafür dass er 1816 die Behrings-Strasse so bald, d. h. gegen das Ende des August, verlassen hatte; allein Kotzebue durfte sich nicht ins Eis wagen, dazu war sein Schiff zu schwach gebaut (Wasilieff hat die Behrings-Strasse den 8. August verlassen); auch war es ihm nicht in seiner Instruczion vorgeschrieben nach Nord und Osten um das Eis-Cap vorzudringen; er sollte nur 1816 vorläufig recognosciren, weil er im folgenden Jahr die Land-Expedition längs der Küste unternehmen sollte, von welcher er durch seine Krankheit abgehalten ward. Hätte Hoffmann die Instruczion mit aufgenommen, so wäre K. dieser Vorwurf nicht gemacht worden, der sehr nachtheilig für ihn wirken kann, da ich Ursache habe zu glauben dass der Kaiser diesen Artikel gelesen hat; wenigstens auf andere Personen kann das Urtheil der Engländer einen grossen Eindruck machen. Ich tadle Kotzebue *1*⁰ dass er zu früh seine Reise nach Unalaska antrat; er hätte noch einen Monat zum Aufsuchen der Kette Ralick anwenden sollen, und wäre immer noch zeitig genug in die Behrings-Strasse gekommen; *2*⁰ dass er, nachdem sein Schiff in Manilla aufs Beste und Kostbarste reparirt worden war, nicht noch einmal einen Versuch nach der Behrings-Strasse machte, und statt dessen nach Hause zurückeilte; *3*⁰ sich Monate lang in der Nähe der Kette Ralick aufgehalten und sie nicht aufzusuchen und diess einem Andern zu überlassen war nicht Recht. Man wird indess aus meinem Memoire der Marshall-Inseln sehen, dass die Kette Ralick bereits entdeckt worden ist, wenigstens die Meisten der von Kotzebue angeführten Inseln. Der Artikel im Quaterly Review hat eine diplomatische Wichtigkeit bekommen, des Ausfalls weg[illegible] über Russland, in Betreff der NW Küste von Amerika. Unser vortrefflicher Kaiser verdient nicht die Vorwürfe, die man sich erlaubt hat ihm zu machen. Den Herren Protectoren der Russisch-Amerikanischen Compagnie wird man es allein zu verdanken haben, wenn zwischen uns und Amerika und England Differenzen über diesen Gegenstand entstehen sollten. Ob wir von einer Küste, an der wir uns we-

der ansiedeln, noch die wir vertheidigen können, ein paar Grad mehr oder weniger besitzen, ist wahrlich gleich viel; doch es gehört mit zum Patriotismus viel haben zu wollen.

H. W. Brandes an Horner, Breslau 1822 VII 24. Für die vielen Lobsprüche, die du mir machst, bedanke ich mich demüthigst. — Gegen die Abgöttereien in Beziehung auf die Analysis bin ich auch, und obgleich ich es für Pflicht halte die glücklichen Entdeckungen zu rühmen, die Euler u. a. ihrem unbegrenzten Vertrauen auf die Analysis (im Rechnen mit unmöglichen Grössen, Weglassen von Grössen bei unendlich gesetzten Werthen, etc.) verdankten, so zeige ich doch immer die Nothwendigkeit auf dem Wege des vernünftigen Ueberlegens zu dem Resultate zu gelangen und die analytischen Sprünge nicht zu leicht zu wagen, — es geht mir da freilich, wie es gewöhnlich geht, ich warne vor den Sprüngen, wozu ich mich nicht im Stande fühle. — Unter drei Büchern, die eine unerträgliche Allgemeinheit in ihren Darstellungen und Schlüssen zu erreichen suchen, ist mir eines der unerträglichsten „Crelle, über die Rechnung mit veränderlichen Grössen" gewesen. Vor lauter Gelehrsamkeit ist es unmöglich aus dem Buche etwas zu lernen. Selbst Lagrange ist traitabler, aber ich finde doch, dass man lange Commentare machen muss, ehe man sagen kann, man verstehe ihn. — Ich wünschte auch wohl ich wäre dir näher: denn einen sich recht anschliessenden Freund finde ich hier doch auch nicht. Ob ich aber je eine Reise nach der Schweiz machen kann, das steht sehr dahin. Ich mag nicht von Frau und Kindern entfernt sein, und habe überhaupt mit der Erziehung der Kinder zu viel zu thun, als dass ich fort könnte; ehe die also nicht gross sind, kann ich an so weite Reise ohne Nothwendigkeit nicht denken. Sonst möchte ich die Schweiz wohl sehen! Wenn du uns besuchen willst, so sollst du eine gute Aufnahme finden, so wie jeder deiner Freunde.

Muncke an Horner, Heidelberg 1822 X 27. Wenn ich so frey bin in einer für mich wenigstens und wie ich hoffe auch im Allgemeinen sehr bedeutenden Angelegenheit an Euer Hochwohlgeboren zu schreiben, so zweifle ich keinen Augenblick desswegen gütigst entschuldigt zu werden. Seit

geraumer Zeit habe ich nämlich mit dem Buchhändler Schwickert in Leipzig über eine neue Ausgabe des Wörterbuches der Physik von Gehler unterhandelt, ein Unternehmen wovor sich schon andere Gelehrte scheuten und an welches ich gleichfalls mich nicht gewagt hätte, wäre mir nicht das Versprechen einer gütigen Mitwirkung von bedeutenden Gelehrten zugesichert. Obgleich nämlich Einheit des Ganzen bey einem solchen Werke Hauptsache ist, so halte ich es doch bey dem jetzigen Bestande der Wissenschaft für einen einzelnen Gelehrten für ganz unmöglich etwas so vollendetes, als in dieser Art mit Recht erwartet werden muss, zu liefern. Um aber mit der Theilnahme verschiedener Gelehrten die Einheit des Ganzen zu vereinigen, habe ich nicht artikelweise, sondern fächerweise vertheilt. Es übernimmt nämlich mein College Gmelin alles Chemische und Mineralogische, — Brandes in Breslau alles Astronomische und Optische, mit Ausnahme des zu letzterem gehörenden Physiologischen und der neuesten Erweiterungen, — Pfaff in Kiel, wie ich bestimmt erwarte, Electricität und Wärme, — alles übrige und die Zusammenstellung des Ganzen bleibt mir, und ich hoffe hiermit in der bestimmten Frist von vier Jahren fertig zu werden, obgleich nur die Form und Anlage nebst wenigem der alten Ausgabe bleibt, und alles neu nach dem gegenwärtigen Bestande der Wissenschaft ausgearbeitet wird. Nun ist noch ein ganz für sich bestehender, in sich abgeschlossener und daher interessanter Abschnitt übrig, nämlich Magnetismus*), und da Euer Hochwohlgeboren gerade mit diesem Gegenstande sich vertraut zu machen viele Gelegenheit gehabt haben, so frage ich gehorsamst an, ob Sie nicht geneigt sind die Bearbeitung desselben gefälligst zu übernehmen. — Die Bedingungen des Vertrages sind zwar nicht auffallend glänzend, aber doch nach meinem Dafürhalten billig. Derselbe zahlt nämlich an jeden Mitarbeiter nach dem Abdrucke jedes Bandes für den gedruckten Bogen zehn Reichsthaler baar und ein Freyexemplar auf Schreibpapier. — Ich empfehle Euer Hochwohlge-

*) Horner übernahm später noch eine Reihe anderer Artikel, — vergl. das Bd. 2 pag. 401 der Biographien gegebene Verzeichniss.

boren diese gute Sache angelegentlich und bitte um eine baldige geneigte Antwort.

Krusenstern an Horner, Zarsko 1822 XI. Bey meiner Ankunft hier habe ich die Freude gehabt Ihre Briefe vom 14. Sept. und 14. Octob. vor mir zu finden. Dass aus dem Drucke meiner Hydrographie in Genua nichts werden kann, thut mir nur insofern leid, dass ich schon zu viel damit geprahlt habe. Ich erkenne nichts desto weniger den guten Willen des braven Zach, der an der Indolenz der Italiener gescheitert ist. Mit dem Vorschlag 100 Exemplare zu nehmen war es ihm gewiss Ernst, und ich müsste sehr undankbar seyn diesen Beweis seiner Freundschaft nicht sehr zu erkennen. Wo gibt es denn jetzt Leute, die bloss aus Eifer für eine Sache, die nützlich zu werden verspricht, solche Opfer zu bringen so bereit sind. Ich werde mich herzlich freuen den guten Zach in Zürich etablirt zu sehen; in Ihrer Nähe wird er sich glücklich finden, — auch mir wird er dadurch näher, und ich werde mit Sehnsucht der Nachricht entgegensehen, dass der Entschluss das herzlose Italien zu verlassen bey ihm zur Reife gekommen ist.

Horner an Trechsel, Zürich 1822 XI 29. Eine Einladung der Direction der allg. Gesellsch. Schweitz. Naturforscher, mit Ihnen, mein hochgeschätzter Freund, und mit Hrn. Prof. Pictet mich in Rapport zu setzen, giebt mir eine angenehme Gelegenheit mit Ihnen wieder einmal einige freundschaftliche Briefe zu wechseln. Meine schnelle Abreise nach Genua hat mich diesen Sommer um das grosse Vergnügen gebracht, Sie und meine übrigen Berner-Freunde zu sehen und Ihre schöne Sternwarte zu besichtigen, deren Beschreibung ich in der Bibl. univers. mit vielem Interesse gelesen habe. Vielleicht führt das kommende Jahr mich einmal durch Bern. Da Sie sich nun so geschickt und fleissig mit Astronomicis abgeben, so werden Sie auch mit allen litterarischen Hülfsmitteln dieser Wissenschaft sich vertraut halten, worunter ich vorzüglich die Astronomischen Zeitschriften rechne, als Schumacher's Astronomische Nachrichten und Zach's Correspondance astronomique et géographique. Gerne würde ich auch die Publicationen lesen, die Young, Brinkley und

Pond von Zeit zu Zeit in dem Journal of the Royal Institution bekannt machen, wenn es nur anginge dieses zu erhalten. Sollten nicht in Bern ein paar Englisch lesende Physiker seyn, mit denen man zur Haltung dieses Journals in Allianz treten könnte? Prof. Huber in Basel wäre dann gewiss auch dabey. — Nun ein paar Worte über unser Geschäft. Dieses besteht vorerst im Einsammeln von Notizen über den gegenwärtigen Bestand von Maassen und Gewichten in allen Cantonen der Schweitz. Hier scheint mir folgendes zu thun nöthig: *1°* dass wir uns vertheilen, welche Cantone Jeder von uns drey Comittirten übernehme. *2°* dass wir das Normalmaass und Gewicht festsetzen, in welchem die Werthe der gebräuchlichen Maasse evaluirt werden sollen. *3°* dass wir für die Correspondenten derjenigen Cantone, deren Maasse und Gewichte wir nicht selbst untersuchen können, nöthigenfalls eine Art Instruction aufsetzen, wie sie z. B. bey Messung der Hohlmaasse etc. zu verfahren haben. Erst nachdem wir alle Angaben beysammen haben, wird von ihrer Redaction und Zusammenstellung die Rede seyn können. — Den ersten Punkt betreffend glaubte ich genug zu thun, wenn ich die Cantone Tessin, Graubündten, St. Gallen und Appenzell, Schwytz, Glarus, Zug, Thurgau und Zürich übernähme, und Ihnen überliesse sich mit Hrn. Pictet in die Uebrigen zu theilen. Für das 2te würde ich unmaassgeblich den franz. pied de Roy, den franz. zwölftheiligen Cubiczoll und das poids de Marc vorschlagen, von welchen man genaue Copien hat. Zum Behuf des 3t. Puncts sollte wohl das Wasser, selbst zur Messung hölzerner Maasse, deren Fugen man mit Wachs verstrichen hat, das zuverlässigste Erforschungsmittel seyn. Vorschläge und Grundsätze über neue Maasse werden uns dann noch genug zu thun geben. Hierüber möchte ich mich wol unter Anderm auch auf das beziehen, was ich über die neue Maassordnung des Cantons Waadt in einer Vorlesung der hies. Naturforsch. Gesellschaft gesagt habe, und was unser Staatsrath Usteri in die Ueberlieferungen d. J. einrücken liess. Einen besondern Werth würde ich darauf setzen, dass man vom Meter abstrahire, und das neue Maass in ein passabel rationales Verhältniss zur Länge des Pendels, das im

luftleeren Raum unter 45° Breite mittlere Zeit-Secunden schwingt, bringe. — So viel für einmal über den Gegenstand. Es würde mich sehr freuen, Ihre und Hrn. Pictet's Gedanken über die Sache zu erfahren.

Schumacher an Horner, Ahrensburg 1822 XII 12. Ich habe Ihnen, mein verehrter Freund, schon lange schreiben wollen, allein bei Vermessungsarbeiten (noch immer bin ich im Felde) wo man des Abends ermüdet zurück kommt, und bei manchen andern kleinen Arbeiten die auf mir liegen ist das bisher unterblieben. — Diesen Sommer habe ich Ihnen 4 Exemplare der Hülfstafeln gesandt, 1 für Sie und die 3 andern mit der Bitte sie an Oriani, Carlini und Plana zu befördern. Ich hoffe Sie haben mir meine Freiheit verziehen, da Sie selbst mir erlaubten Ihre Güte für Italien in Anspruch zu nehmen. — Bekommen Sie meine A. N. richtig? es ist jetzt schon Nr. 24 mit mehreren Beilagen heraus. — Noch immer warte ich auf Ihre mir gütigst versprochenen Beiträge. — Repsold befindet sich wohl, und geht seinen stillen und sichern Gang zur Vollkommenheit. Er theilt jetzt nach Reichenbachs Manier eine 5füssige Theilmaschine. — Vergessen Sie mich nicht ganz.

Horner an Trechsel, Zürich 1823 I 10. Hiebey, mein hochgeschätzter Freund, folgen die Entwürfe eines Schreibens an die Schweitz. Cantonsregierungen und eine Anleitung, wie die Maasse und Gewichte unserer Commission mitzutheilen seyen *). Sie sind ermächtigt, Alles und Jedes nach Belieben

*) Der erste der beiden Horner'schen Entwürfe liegt dem Briefe noch bei, und lautet wie folgt: „Das grossmüthige Interesse, mit welchem Hochdieselben jede Bestrebung zum Besten des Vaterlandes aufzunehmen gewöhnt sind, ermuthigt die Endesunterzeichneten Ihre geneigte Aufmerksamkeit auf einen Gegenstand hinzulenken, der, wenn er auch an sich nicht von dringender Wichtigkeit ist, uns dennoch in Beziehung auf das Ganze Ihrer Theilnahme nicht unwerth zu seyn scheint: er betrifft die Maasse und Gewichte in unserm Vaterland und ihre Verbesserung. — Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass die möglichste Gleichheit der Maasse und Gewichte zu den wohlthätigsten Einrichtungen eines Landes ge-

daran zu ändern, zu bessern, hinzuzusetzen, abzuschneiden, sogar das Ganze zu unterschlagen. Die Instruction ist etwas

---

höre. Durchdrungen von der Wahrheit dieser Bemerkung haben bereits mehrere unserer vaterländischen Regierungen sich bemüht, wenigstens in dem eigenen Canton jene Uebereinstimmung zu Wege zu bringen. So nützlich diese Verbesserungen sind, so würde doch ihr Werth noch bedeutend erhöht werden, wenn sie umfassender wären, wenn alle oder doch mehrere Cantone der Schweitz zur Annahme einer gemeinsamen Maass- und Gewichts-Ordnung sich vereinigen könnten. Ob und in wie weit dieses möglich sei, lässt sich erst dann beurtheilen, wenn man sich eine umständliche Kenntniss von dem gegenwärtigen Bestand der Maasse und Gewichte in der Schweiz verschafft hat. Die allgemeine Gesellschaft Schweitzerischer Naturforscher, bemüht ihre Thätigkeit vorzüglich practisch nützlichen, dem Vaterland erspriesslichen Gegenständen zuzuwenden, hielt es ihrer Stellung für angemessen mit dieser Vorarbeit sich zu beschäftigen, und sie hat daher in ihrer letzten Sitzung vom Juli 1822 in den Endesunterzeichneten Mitgliedern ein Comité angeordnet, welches hierüber die nöthigen Data einsammeln soll. Die Beauftragten glauben bey einem Gegenstand von polizeylicher Natur der geneigten Unterstützung der betreffenden hohen Cantons-Regierungen vorzugsweise zu bedürfen, und in dieser Hinsicht wagen sie es Hochdenselben folgende ehrerbietige Bitten vorzulegen: 1° dass es Hochdenselben gefallen möchte, einen Mann des betreffenden Faches uns anzuweisen, welcher mit einem von uns über die fraglichen Gegenstände in schriftliche oder andere Mittheilung träte, die Grösse der in Ihrem Canton gesetzlichen und gebräuchlichen Längenmaasse, Feldmaasse, Gewichte, der trockenen und nassen cubischen Maasse in möglichster Vollständigkeit nach der beyliegenden Anleitung, uns bekannt mache. 2° dass Hochdieselben geruhen möchten zu erlauben, dass alle über diesen Gegenstand in Ihren Archiven vorhandenen Schriften, Verordnungen, Untersuchungen, etc. uns mitgetheilt werden. — Ueberzeugt von der edeln Theilnahme, welche Hochdieselben allem demjenigen widmen, was unserm Vaterlande zum Lobe oder Nutzen gereichen kann, nähren wir die angenehme Hoffnung, dass Sie auch diesen, an sich zwar geringen, doch durch seine tägliche Anwendung wichtigen Gegen-

weitläufig gerathen: allein ich glaubte, dass es für Manchen, der sie erhält, nicht undienlich sein möchte, vollständiger unterrichtet und in den Gesichtspunkt der Sache gestellt zu werden. Auch schien mir z. B. die wohlbekannte Methode des Ausmessens der Hohlmaasse durch Abwägen mit Wasser noch zu grossen Schwierigkeiten unterworfen, um sie als einzige und absolute Norm aufzustellen. Uebrigens sollte es nicht schwer seyn, aus meinem Versuch eine kürzere und mehr reglementarische Instruction abzuleiten. In Betreff der Vervielfältigung dieser Scripturen, für deren Besorgung ich Ihre Gefälligkeit in Anspruch nehmen möchte, glaube ich, sey es schicklich, das Schreiben an die Regierungen durch geschriebene Copien, die Instruction dagegen durch Steindruck zu vervielfältigen. Auch die Uebersetzung ins Französische muss ich Ihnen aufladen, da meine geringe Kenntniss dieser Sprache eine solche Arbeit mir allzuschwierig machen, und der Erfolg meinen Wünschen nicht entsprechen würde. — Ich bin leider mit allen meinen Arbeiten so ziemlich im Gedränge; die Hauptursache ist, weil ich seit ein paar Monaten auf Freyersfüssen bin. Nachdem ich nemlich vor einem Jahre meine geliebte, durch mancherlei Vorzüge theure Gattinn nach mehrjährigen Leiden verloren hatte, schien mir meine ganze Lage, vornehmlich die Erziehung meiner zwei Kinder, die Herstellung eines glücklichen häuslichen Verhältnisses zu erheischen, und ich habe das Glück gehabt eine Wahl zu treffen, die alle meine wesentlichen Wünsche in vollem Maasse erfüllen wird. Der Gegenstand meiner Hoffnungen ist ein Frauenzimmer von 30 bis 40 Jahren, seit 13 Jahren Wittwe, Mutter eines wohlerzogenen Sohnes, die Schwester eines unserm ältern Schenk wohlbekannten Freundes, Hrn. Escher in der Neumühle. Einfachheit, Treue und Geradheit des Charakters, eine seltene Güte des Herzens, mit Verstand und

---

stand Ihrer geneigten Aufmerksamkeit würdigen, und mit gefälliger Beschleunigung unsern ehrerbietigen Wünschen entsprechen werden. — Genehmigen Hochdieselben die Versicherung der Ehrfurchtsvollen Ergebenheit, mit welcher wir die Ehre haben zu seyn, Ihre gehorsamsten Diener, die Professoren Pictet, Trechsel, Horner.

häuslichem Sinne verbunden, sind die Vorzüge, die mich zu ihr hinzogen, und die gute Meinung, welche das Publikum mir schenkt, half mir die Schwierigkeiten überwinden, welche anfangs meinem Gesuch entgegenzutreten schienen. Sollte ich im Frühling oder Sommer vielleicht auf einer kleinen Hochzeitsreise über Bern kommen, so sollen Sie, wie ich hoffe, mir es ansehen, dass ich glücklich und zufrieden bin. — Um noch auf ein unerfreuliches Capitel zu kommen, — was sagen Sie, mein theurer Freund! zu dem neuen Aarauer Präsidenten der Allg. Schweitz. Naturf. Ges., dem Expater Xaverius Bronner? Da wäre denn Zschokke, den man vermeiden wollte, doch noch vorzüglicher gewesen. — Nun noch Antwort auf Ihre Frage wegen unserm theuren, unersetzlichen Linth-Escher. Ich habe, im Vertrauen gesagt, wenig Hoffnung für seine Genesung. Das Uebel sitzt tief und eingewurzelt. Ausserordentliche Abzehrung, Mangel an Appetit, Unordnung in den Verrichtungen des Magens und der Eingeweide, scheinen eine innere bedeutende Verderbniss dieser Theile anzudeuten. Der Umstand, dass der Kranke beim Stehen einen unerträglichen Schmerz in den Eingeweiden empfindet, lässt daselbst innere Geschwulsten und Verhärtungen von mehr oder weniger entzündlicher Art vermuthen, und die Hämorroidalgeschwulst im After, so grosse Schmerzen sie auch dem Patienten verursacht, ist dagegen nur etwas äusserliches, ungefährliches. Der Patient, der seine Leiden als wahrer Philosoph erträgt, setzt nun seine Hoffnung auf den Frühling. Möchte doch diese erfüllt werden!!

Trechsel an Horner, Bern 1823. I. 19. Von ganzem Herzen, von ganzem Gemüth und aus allen Kräften wünsche ich Ihnen Glück zu Ihrer bevorstehenden neuen glücklichen und weisen Verbindung. Nicht nur, was Sie mir selbst über den Gegenstand Ihrer in jeder Hinsicht vortheilhaften Wahl mitzutheilen die Freundschaft erwiesen, sondern auch das, was ich seither noch von andern Seiten, namentlich von Hrn. Kanzler Mousson von Ihrer zukünftigen Gattin in Erfahrung brachte, giebt mir eine so vortreffliche Meinung von derselben, dass ich von Herzen spreche: Sie ist Ihrer würdig, und Gott erhalte sie Ihnen recht lange zu Ihrem vollen häus-

lichen Glück und Segen, und zu demjenigen Ihrer so hoffnungsvollen Kinder, von denen mir Hr. Mousson gleichfalls nicht Vortheilhaftes und Erfreuliches genug sagen konnte. Eins aber wünsche, mahne und bitte ich noch, dass der Herr Bräutigam den loblichen Entschluss, die Hochzeitsreise über Bern zu nehmen, nicht vergesse. Den Hochzeitsknoten zu knüpfen und recht fest zu knüpfen, kann ich sogar meine Dienste anbieten, maassen ich, wie Euer Wohlehrwürden, geistlich bin, und hier zu Lande in dem Rénommée stehe, dass die Knoten von mir geschürzt, recht tüchtig halten! — Was mir nun nach dieser Herzens-Ergiessung billig das Zweyte seyn soll, ist Dank, verbindlicher Dank: Erstens für die schon früher übersandten opera astronomici argumenti, die ich mit allem Fleiss und Eifer zu studiren angefangen habe, und für welche Ihnen auch die Herren Studer an Ihrem Theil verbindlich danken. Sodann für die mit so viel Sorgfalt, Gewandtheit und genauer Sachkenntniss verfassten zwei Schriften in unserm Maassgeschäfte. Das Schreiben an die Regierungen ist ein wahres diplomatisches Meisterstuck, an dem kein jota zu ändern ist. In der so klaren und gehörig ausführlichen Instruction habe ich nur ein Wort hinzugesezt, nemlich den Rath die hölzernen Stäbe eine Zeit lang vor Auftragung der Fussmaasse erst mit heissem Leinöl, dann mit Oelfarbe zu bestreichen, und an der Sonne wohl austrocken zu lassen. — Seit dem Neujahr ist mein Observatorium wie eingeschneit; ich muss mir jedesmal durch tiefen Schnee hindurch erst Weg bahnen. Auch ist mir die Uhr in einer kalten Nacht, wo das Thermometer auf $-14°$ gieng, stehen geblieben. Es ist hohe Zeit, dass ich sie wieder flott zu machen versuche um der Mondfinsterniss am 26. aufzupassen. — Auch mir ist die Wahl von X. Bronner zum Präsidenten der naturforschenden Gesellschaft nicht ganz recht. Indessen es war nicht wohl anders zu machen, nachdem Zschokke gegen Rengger früher zurückgesetzt worden war. Uebrigens sage ich Ihnen im Vertrauen, dass mir persönlich der ehrliche, geschwätzige, rüstige, heitere und in Naturwissenschaft wohl bewanderte Greis, der letzten Sommer zu Fuss und wohlbestaubt in vollem Enthusiasmus von Aarau hergekommen war, und herrlich

und in Freuden an allem herzlich Theil nahm, wenigstens ebenso lieb und achtungswerth ist, als der hochglänzende, vielgewandte, aber — auf jeden Fall und gelinde gesagt — unschweizerische Zschokke, welcher ebenfalls in letztem Sommer bey seiner Anwesenheit in Bern der Gesellschaft nicht einmal die Ehre anthun wollte einer Sitzung beizuwohnen. — Es bleibt mir nur noch so viel Zeit übrig um mit dem aufrichtigen, herzlichen, innigen Wunsche zu schliessen: Gott erhalte unsern Linth-Escher!

Bohnenberger an Horner, Tübingen 1823 I 30. Ich ergreife diese Gelegenheit auch einige Zeilen an Sie zu schreiben und Sie zu fragen, wie sich unser alter Freund v. Zach befindet, der nun doch ziemlich alt seyn muss. Dass er noch immer sehr thätig ist, schliesse ich aus seiner Corresp. Astr., die ich übrigens noch nicht habe zu Gesicht bekommen können. Unsere Buchhändler stehen mit Italien in gar keiner Verbindung und es ist daher immer schwer sich von daher Schriften zu verschaffen. Vielleicht haben Sie die Güte mir einen Weg anzuzeigen, auf welchem ich die Corresp. astr. erhalten könnte. — Buzengeiger hat sich schon sehr viele Mühe mit den Chronometern gegeben. Sein Echappement war entweder das von Emery oder das von Howels, letzteres mit zwey auf der Ebene der Platinen senkrechten an einer gemeinschaftlichen Axe befindlichen Steigrädern, welche ihre Zähne gegeneinander kehren, und dann den gewöhnlichen Taschenuhren ähnlich sind. Beyde Echapp. sind übrigens nicht wesentlich verschieden. Erst seit einiger Zeit hat er auch einen Versuch mit einem von Breguet angegebenen (eigentlich von Berthoud erfundenen) Echappement gemacht, bei welchem der Balancier nur bei dem Schwung nach der einen Seite durch das Räderwerk einen Stoss erhält, bei dem Schwung nach der andern Seite aber bloss eine feine Feder mit einem kaum hörbaren Geräusch auslöst, so dass die Uhr halbe oder ganze Sekunden zu schlagen scheint, je nachdem der Balancier in einer Sekunde 4 oder 2 Schwingungen macht. Die bisherigen Versuche zeigen übrigens, dass gute Chronometer immer werden hoch zu stehen kommen. Indessen kann man um einen billigen Preis auf Reisen sehr

brauchbare Chronometer verfertigen, insofern man nicht Längenbestimmungen damit machen, sondern nur in der Geschwindigkeit ein Observatorium aufschlagen will, wo die Chronometer doch viel bequemer, und wenn man kein festes Gebäude findet, sicherer sind als Pendeluhren. Durch solche tragbare Uhren wäre nun doch schon vieles gewonnen, indem man sich auf ein paar Tage, wenn sie ruhig bleiben, ziemlich auf ihren Gang verlassen kann. Vielleicht können wir Ihnen bald bestimmtere Nachrichten hierüber geben. — Das Universal-Instrument des Herrn von Zach habe ich in München halbfertig, und zwei oder drei Jahre hernach arg zugerichtet, nachdem es Herr v. Zach wieder zum Repariren zurückgesendet hatte, gesehen. Ich besitze ein vertreffliches Instrument dieser Art, eine der letzten Arbeiten Reichenbach's selbst und kann jetzt ganz gut ohne Gehülfe damit beobachten, was anfänglich nicht recht gehen wollte. Es erfordert eine äusserst sorgfältige Behandlung, gibt aber alsdann sehr gute Resultate. Die Fernröhre daran ist vortrefflich, und zeigt Sterne der zweiten und dritten Grösse am hellen Tage.

Horner an Trechsel, Zürich 1823 II 10. Den innigsten Dank Ihnen, mein theurer, hochverehrter Freund! für Ihren herzlichen, theilnehmenden Brief. Mögen Sie mit der Zeit gelegentlich sich selbst von der unbezweifelten Erfüllung aller Ihrer guten Augurien bey mir überzeugen. Gerne würde ich mir auch noch Ihren priesterlichen Segen dazu erbitten, wenn ich nicht einen Bruder hätte, der sich dieses Werk nicht gerne nehmen liesse. — Nun von andern Sachen: Vor Allem aus bitte ich Sie dringend mir auf irgend einem Wege sobald als möglich zu berichten, was es mit der Beschädigung, die Sie durch die Explosion eines Flintenlaufs erhalten haben sollen, für eine Bewandtniss hat. Ich hörte vor einigen Tagen eine unbestimmte Aeusserung darüber, und bin nun sehr beunruhigt über Ihren Zustand, da Zufälle dieser Art oft mit gar heftigen Wirkungen begleitet sind. Lassen Sie mir durch irgend eine Hand doch nur ein paar Worte darüber zuschreiben. — Unser herrliche, unersetzliche, von allen Guten und Verständigen, vom Vaterland und den Wissenschaften zu beweinende Linth-Escher ist nicht mehr. Er entschlief

gestern (Sonntag) Mittags um 1 Uhr ohne sichtbare Leiden. Seine Schwäche hatte in den letzten Tagen so zugenommen, dass der sonst so kräftige Geist den Körper nicht mehr zu den bisherigen Anstrengungen zu erheben vermochte, und das Aufstehen aus dem Bette ihm unmöglich ward. Sonntag Morgens nach einer, scheinbar leidlichen Nacht, schlief er lange und erwachte dann ohne Bewusstseyn; der dumpfe Schlummer endigte mit einem letzten Aufblick um 1 Uhr. Seine Familie ist untröstlich, und sein Tod ist auch denen noch schmerzlich, die schon lange darauf sich verfasst hatten.

Krusenstern an Horner, Ass 1823 III 4. Ich muss Ihnen melden, dass ich seit der Rückkehr des Kaisers auf Vorstellung des Ministers wirkliches Mitglied der Admiralität geworden bin, und zugleich die Oberaufsicht über die Bibliothek habe, die seit 12 Jahren in einem verwaisten Zustande gewesen ist; dieser letztere Auftrag wird mir vors Erste viel zu schaffen machen; indess ich werde es gerne thun um dem Zutrauen zu entsprechen, das der Minister zu mir hat. — Ferner kann ich Ihnen die frohe Nachricht geben, dass Kotzebue das Kommando einer kleinen Fregatte von 24 Kanonen bekommen hat, das bestimmt ist eine Reise in die Südsee zu machen; er wird wahrscheinlich den Befehl bekommen drey Jahre wegzubleiben um alle Lücken auszufüllen, deren es noch mehrere in dem Süd-Meere gibt; dazu rechne ich die Salomon-Inseln, den Archipel der Ralick-Inseln, die Carolinen, die Nord-Küste von Neu-Irrland, die Navigator-Inseln, zuletzt die Aleutischen Inseln und die Ost-Küste von Kamtschaka. Es wäre schön wenn Kotzebue den Versuch wiederholte die Küste des Polar-Meers zwischen dem Eis-Cap und dem Mackenzie-Fluss *) zu untersuchen; vielleicht begegnet er Parry, oder kann dazu beitragen, sollte P. gescheitert oder vom Eise eingeschlossen seyn, ihn und s. Mannschaft zu retten; ob diess geschehen wird, das melde ich Ihnen in meinem nächsten Brief. Ich habe ein kleines Memoir dazu entworfen, das der Admiral Miller, sollte er die Idee approbiren, dem Kaiser gewiss unterlegen wird, und da den Kaiser Entdeckungs-

*) Wenn ich richtig lese.

reisen sehr interessiren, so ist es nicht unmöglich, dass auch er sie genehmigen wird. — Der Admiral Moller hat beschlossen, was der Kaiser auch sogleich approbirt hat, einige Gelehrte mitgehen zu lassen, aber keine Schmetterlings-Fänger und Mollusken-Fischer; wiewohl keine Branche der Wissenschaften verachtet werden darf, so muss man doch gestehen, dass man auf solchen Reisen fast nur für die Naturgeschichte gearbeitet hat, d. h. für Botanik und Zoologie; für Mineralogie, d. h. für Geognosie ist auf keiner Reise etwas geschehen; da nun Kotzebue hoffentlich eine Reise ins Innere von Amerika machen, die Küsten von Kamtschaka untersuchen wird, sowie auch die Aleutischen Inseln und Alaska, so lässt sich wohl einige Ausbeute auch für diese Wissenschaft erwarten. Unser geschickte Engelhardt hat bereits angefangen einen jungen Mann vorzubereiten diese Untersuchungen auf der Reise zu machen, sowie Parrot und Struve einen jungen Physiker vorbereiten, der diese Reise mitmachen wird; da Pendel-Versuche zu den delicatesten und auch zugleich zu den wichtigsten Beobachtungen gehören, die man auf solchen Reisen machen kann, so wird auch ein Astronom mitgehen; er ist mehrere Jahre Struve's Gehülfe auf der Sternwarte gewesen und in Pendel-Beobachtungen geübt. — Sagen Sie mir, theurer Freund, wie sind Sie mit der Anordnung zufrieden? Wiewohl Struve und Parrot die Instruczion schreiben werden, so wäre es mir lieb, wenn Sie mir einige Winke zukommen liessen. Parrot ist nicht praktisch genug und hängt zu sehr an Hypothesen und Theorien; darüber könnte manches andere versäumt werden. Ich wünschte sehr Humboldt's und Biot's Instruczion zu Freycinet's Reisen zu haben; wo kann man die haben?

Trechsel an Horner, Bern 1823 III 12. Mit meinem Unfall, mein theurer hochverehrter Herr und Freund, verhält es sich so: Samstag den 22. Febr. experimentirten Schenk d. ält. und ich im hiesigen Zwingelhof über die Detonation des Salpeters mit Kohle. Wir hatten eine Portion des Gemenges in einen Flintenlauf (mit angebrachter kupferner Entbindungs-Röhre) eingefüllt, den Flintenlauf geneigt auf einen Rost gesezt, etc., alles nach Vorschrift. Wir erwarteten (ebenfalls der Beschreibung des Versuches gemäss) eine Reihe kleiner Detonationen, und eine reichliche, zu beobachtende,

Gas-Entwicklung. Statt jener Reihe hatten wir eine einzige fürchterliche Explosion! welche sich vorn und hinten am Gewehrlaufe Raum machte. Die Schwanzschraube und die Entbindungsröhre wurden mit ungeheurer Gewalt herausgesprengt, und tief in Mauern und Wände hineingetrieben, letztere zum Theil zerrissen. Mir selbst, der seitwärts stand, drang ein zackiges Stück 1½ Zoll tief in den obern inwendigen Theil des linken Schenkels, wo er glücklicher Weise seitwärts abwich, und im Muskelfleisch sich einwühlte, ohne weder die ganz nahe grosse Arterie, noch bedeutende Nerven oder Sehnen zu zerreissen. Die Wunde ist immerhin gross und bedeutend genug, und wird mich noch eine Zeitlang an's Bett fesseln; sie hätte aber weit gefährlicher werden können. Den Umständen nach befinde ich mich ganz leidlich, Schmerz und Fieber waren nie stark. Aber das Bettliegen bei übrigens gesundem Leib verursacht mir nicht nur Unbehaglichkeit, sondern selbst körperliche Beschwerden. Ausser mir ward Gottlob niemand verlezt. — Aber den Schenk als Chirurgus! hätten Sie sehen, oder auch nur hintenach erzählend hören sollen, — wie er mit zwei seiner Finger die Wunde sondirte, dann das Metallstuck hervorlangte, und wie er Anstalten traf den Schenkel mit einem gewaltigen Seil zu unterbinden, etc. Ich hoffe mit Zeit und Weile ohne weitere Folgen curirt zu werden. — Doch genug und mehr als genug von mir selbst. Ach! ich hätte anfangen sollen mit meinem, mit unser aller Schmerz über den grossen unersezlichen Verlust dessen, den wir alle so unendlich vermissen. So hat er denn vollendet sein grosses irdisches Tagewerk, — ach! und wohl auch überstanden seine Leiden und Schmerzen, — der grosse, edle, reine Escher von der Linth. Ja mit Fug trauern schwer und tief Verwandte und Freunde, Vaterstadt, Vaterland, Wissenschaften, — arme und hülflose Wittwen und Waisen, und wer immer Sinn und Herz hat für reine, hohe, seltene Menschenwürde!

Krusenstern an Horner, Ass 1823 III 16. Bey meiner Rückkehr aus Petersburg fand ich Ihren Brief vom 2. Febr. vor mir. Die Nachricht, die er enthielt, hat mich und meine Frau tief betrübt. Keine grössere Prüfung kann uns wohl das Schicksal auflegen, als wenn es das Band zerreisst, das

uns an eine Gattinn band, die unsere innigste Liebe und Achtung verdient. Das rührende Bild, das Sie in Ihrem Briefe von den vielen schönen Eigenschaften der Verstorbenen machen, lässt mich die Grösse Ihres Verlurstes ganz übersehen. Wir haben sie wie eine Schwester beweint. Möge die Vorsehung Ihnen Ihre Kinder erhalten, in deren Besitz Sie den Trost finden werden, den Sie nur zu sehr bedürfen. Ach, was gäbe ich darum, wenn ich in diesem Augenblick bey Ihnen seyn könnte; vielleicht würde das Wiedersehen eines Freundes, von dem Sie wohl überzeugt sind, wie innig er Ihnen ergeben ist, Sie ein wenig aufheitern. Sie haben selbst es mir gesagt, dass ich zu der Zahl der Personen gehöre die Sie lieben, und wenn Sie es mir auch nicht gesagt hätten, — darin, dass Sie mir gerade an dem Tage, an welchem Ihr Schmerz am heftigsten seyn musste, geschrieben haben, finde ich den evidentesten Beweis, dass Sie mich für einen Ihrer besten Freunde halten; ich bin stolz darauf mir die Freundschaft eines solchen Mannes 20 Jahre erhalten zu haben, und ich bin sicher, dass Sie nie aufhören werden mein Freund zu seyn. — Da der Stich der Karten nur unter meiner eigenen Aufsicht geschehen kann, so ziehe ich auf ein paar Jahre nach Petersburg, da aber dazu (mit Familie) 12000 Rbl wenigstens erforderlich sind, und meine Gage mit den mir bewilligten (1200 Rbl) Tafelgeldern nur 3000 Rbl beträgt, so habe ich beschlossen eine kleine Wohnung in Zarsko zu beziehen, die im Winter wohlfeil sind, und im May wiederum nach Ass zurückzugehen, es sey denn dass ich eine freie Wohnung bekomme. Ungeachtet dieses öconomischen Plans bin ich nicht ganz ruhig über meine Zukunft, da mein Sohn mir seit einem Jahre das Doppelte meiner Pension gekostet hat. Ich hoffe aber weiterhin nicht nöthig zu haben ihm so viel zu geben. Die Zeiten haben sich sehr geändert; 3000 Rbl sind sehr wenig bei uns, besonders für einen Gardeoffizier. — Der Admiral Moller scheint sehr freundlich gegen mich gesinnt zu seyn. Ich weiss aus guter Quelle dass er die Absicht hat, mich zum Director des Cadetten-Corps und zum Hydrographen der Marine zu machen; allein damit wird es noch eine Zeitlang dauern, da der Kaiser keine Veränderungen liebt, was sehr weise ist. Gewöhnlich bringen neue Minister auch new men and mea-

sures, und die sind nicht allemal zum Nutzen des Reiches. Ich habe freilich die Eigenliebe zu glauben, dass ich ein besserer Director des Corps seyn würde als der jetzige, und wohl auch ein besserer Hydrograph als der elende S., indess bescheide ich mich gerne zu warten. Als Chef eines grossen Erziehungsinstitutes würde ich vielleicht dem Kaiser und der Marine von einigem Nutzen seyn; auch sind meine Freunde, die Admirale Moller und Grey davon überzeugt. Letztern habe ich in Petersburg gesehen; auch ist er noch in diesem Augenblicke da. Als Chef der Flotte im Schwarzen Meer ist er ein Mann von der grössten Wichtigkeit auf den Fall es zum Kriege gegen die Türken kommen sollte. Er ist ein ganz herrlicher Mensch, voll Eifer für alles Gute und Nützliche und dabey noble; man beschuldigte ihn der zu grossen Partheylichkeit für die Engländer; er ist freylich partheyisch für Englische Künstler und Englische Gediegenheit; aber darf man ihn deshalb tadeln? Ueberdem ist er Engländer, wiewohl der Kaiser keinen bessern Unterthan hat als ihn. — Ob ich gleich die vorzüglichsten Officiere der Marine unter meinen Freunden zähle, so vermag doch Bosheit und Tücke viel, und bald war es um mich geschehen. Ich muss das Ihnen doch erzählen: Wer zum Contre-Admiral avancirt, über den muss ballotirt werden. Mehrere, unter denen ein paar Engländer, hatten schwarze Bälle bekommen, weil sie es in der That nicht verdienten zu avanciren; die nächste Folge war, dass auch nun die Reihe an mich kam ballotirt zu werden, und siehe da, auch mir hatte man zwei schwarze Bälle gegeben; und durfte folglich weder avanciren, noch konnte ich nach einer solchen Beschimpfung im Dienst bleiben. Obgleich der Kaiser mir wohl will, so hätte er, nichts Arges vermuthend und an Formen streng festhaltend, geglaubt dieses bestätigen zu müssen, und mit mir wäre es dann aus gewesen; der Triumpf von S. und Consorten schien gewiss zu seyn. Da trat Admiral Moller und der Admiral Crown, ein alter braver Engländer (der kein Wort gesagt hat wie das Schicksal seiner Landsleute entschieden ward), auf; Ersterer behauptete, es könne nur durch einen Missgriff der Bälle geschehen seyn, dass man mir schwarze Bälle gegeben hätte, und er wäre nicht sicher ob er sich nicht selbst in den Bällen geirrt habe,

und verlangte ein zweites Ballotement über mich; Letzterer sprach von der Schande mich aus dem Dienst zu jagen; ich würde dadurch nicht beschimpft, sondern die Flotte sey beschimpft, geschähe das; kurz er unterstützte den Vorschlag des Admiral Moller das Ballotement zum zweitenmale vorzunehmen; S. protestirte allein dagegen, allein der Admiral Moller setzte seinen Willen durch; man balottirte zum zweitenmale und wagte es nicht mehr mir schwarze Bälle zu geben; es ist daher sehr wahrscheinlich, dass ich zum Contre-Admiral avancire, wenn nicht die Machination von S. und s. Helfershelfern mein Avancement hintertreiben. Sie können leicht denken wie der Umstand, dass meine Charten nun doch herausgegeben werden sollen, nachdem die weisen Männer sie für unnütz erklärt hatten, sie geärgert haben muss.

H. W. Brandes an Horner, Breslau 1823 V 22. Dass Muncke uns zu Allirten bei der Bearbeitung des Gehler gemacht hat, macht auch mir Freude; aber es ängstigt mich auch, dass ich eine so schwere und weitläufige Arbeit übernommen habe. Doch der Himmel gebe nur mir und allen die um mich sind, Gesundheit, so will ich mein Bestes thun. Aber sage mir doch, wie kömmst du und wie kömmt Muncke dazu zu glauben, dass ich so viel von der Optik verstehe? Ich hoffe nach und nach etwas zu lernen; aber was ich weiss ist in der That ziemlich aphoristisch, und da ich nur über einige wenige Gegenstände bis jetzt selbst gearbeitet habe, so wird mir mein Antheil an Gehler sauer genug werden. Angenehm aber ist mir — das läugne ich nicht — die Veranlassung mich einmal ordentlich in diese wichtigen Gegenstände hineinzuarbeiten, und dieser Eifer wird mir die saure Arbeit süss machen. — Ueber die Astronomie sollten wir billig noch berathen wie weit man da im Aufnehmen der Formeln gehen soll? Etwas von Formeln mitzutheilen ist nöthig, aber wo ist dann die richtige Grenze? Bei diesem Formelnwesen möchte ich gern deinen, als eines praktischen Astronomen, Rath benutzen. Sage mir doch gelegentlich wie dir Piazzi gefällt: mir scheint er für das Bedürfniss der praktischen Beobachter in den nicht zu schwierigen Fällen gut gesorgt zu haben; ich weiss aber nicht, ob ich richtig urtheile.

(Fortsetzung folgt.) [R. Wolf.]

Das Wärmeleitungsvermögen von Gneiss und seine Abhängigkeit von der Temperatur.

Von

Robert Weber.

Fourier ist in seiner klassischen Untersuchung über die Wärmeleitung von der Voraussetzung ausgegangen, dass die 4 Grössen: Dichte, specifische Wärme, äusseres Wärmeleitungsvermögen, inneres Wärmeleitungsvermögen von der Temperatur unabhängig sind.

Die Grössen der Wärmeleitungsvermögen sind bis jetzt hauptsächlich nach zwei Methoden bestimmt worden. Die eine ergiebt das Verhältniss des Wärmeleitungsvermögens irgend eines Körpers zum Wärmeleitungsvermögen eines bestimmten (indessen willkürlich angenommenen) Körpers. Die andere Methode liefert die Werthe für beide Wärmeleitungsvermögen in absolutem Maass, d. h. sie giebt an, welche Wärmemenge in der Zeiteinheit (1 Sekunde) durch die Flächeneinheit (1 Q. Cm.) strömt, wenn die Differenz der Temperaturen an zwei parallelen um 1 Cm. von einander abstehenden Flächen constant gleich 1° ist. In diesen Einheiten ausgedrückt sollen die im Nachfolgenden gegebenen Zahlen verstanden sein.

Die wenigen Untersuchungen über Veränderlichkeit des inneren Wärmeleitungsvermögens k sind diejenigen von Angström, und diejenigen von Forbes, ausgeführt an Kupfer und Eisen, ausgeführt also für gute Wärmeleiter. Diese Untersuchungen ergaben, dass k langsam mit steigender Temperatur abnimmt. — Es benutzte nämlich Angström[1]) einen langen Metallstab von

[1]) Pogg. 114.

parallelepipedischer Form. Diesen erhitzte und erkältete er während bestimmten Zwischenzeiten T. Die entstehenden Temperatur-Max. und -Min. pflanzen sich im Stab fort, werden aber nach einiger Zeit constant. Theoretisch geht Angström aus von der allgemeinen Formel, welche für so geformte Stäbe gilt, nämlich von

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{k}{c \cdot \delta} \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{h \cdot p}{c \cdot \delta \cdot w}$$

worin u die Temperatur, p den Perimeter, w den Querschnitt, δ die Dichte des Metallstabes bezeichnet. Für zwei Querschnitte $x = o$ und $x = l$ beobachtet er die Temperatur jede Minute, und zwar an *Hg*. Thermometern, welche in Quecksilber getaucht, in aequidistanten Löchern des Stabes stecken. Diese Beobachtungen genügen, um Beziehungen aufzustellen, welche bald auf den einfachen Ausdruck

$$k = c \cdot \delta \cdot \frac{\pi \cdot l^2}{\alpha \alpha' T}$$

führen. Aus den Beobachtungen können auf Grund der vorangegangenen Theorie für α und α' die Werthe berechnet werden. Die ihnen zugehörigen l und T, sowie c und δ geben dann k. — In dieser Weise fand Angström

für Kupfer	k	$= 0{,}9103$	$\left(\begin{smallmatrix}\text{cm.}\\ \text{gr.}\\ \text{sec.}\end{smallmatrix}\right)$
Eisen	k	$= 0{,}1629$	

Forbes[1]) untersuchte das Leitungsvermögen der Metalle vermittelst Stäben, indem er den stationären Temperaturzustand verband mit der Erkaltungsgeschwindigkeit des betreffenden Metalles. — Wenn nämlich ein Stab am einen Ende auf T° über die Temperatur der Umgebung erhitzt wird, während sein anderes Ende in Folge seiner

[1]) Philos. Transactions.

Länge doch keine andere Temperatur als diejenige der Umgebung annimmt, so ist die Temperatur an der Stelle x

$$t = T \cdot e^{-ax}, \text{ wo } a = \sqrt{\frac{h.p}{k.q}}$$

T und a lassen sich berechnen, wenn man die Temperaturen an verschiedenen Stellen x des Stabes beobachtet. Die durch einen bestimmten Querschnitt gehende Wärmemenge wird hinter ihm ausgestrahlt. Diese Wärmemenge ist

$$W = -kq\frac{dt}{dx} = kqaTe^{-ax}$$

Dieselbe ist aber auch in anderer Ausdrucksweise

$$W = \int_x^l q\delta c v dx = q\delta c \int_x^l v dx$$

worin v die Erkaltungsgeschwindigkeit an irgend einer Stelle des Stabes bezeichnet. Die Grösse v bestimmte Forbes dadurch, dass er die Art der Abkühlung eines gleich beschaffenen Stabes beobachtete, welcher Stab zu Anfang in allen seinen Theilen die Temperatur der Stelle x angenommen hatte, und welcher auf die Temperatur der Umgebung sich abkühlte. Den Werth von $\int_x^l v dx = F$ bildete Forbes auf graphische Weise. Nun war also

$$kqaTe^{-ax} = q\delta cF$$

oder

$$k = \frac{\delta . c . F}{a . T . e^{-ax}}$$

entsprechend einem bestimmten Querschnitt mit bestimmter Temperatur. Da verschiedene Querschnitte verschiedene Temperaturen haben, so musste sich k ändern, wenn über-

haupt k mit der Temperatur sich ändert. — Forbes fand, dass für Eisen bei

$$0° \quad k = 0{,}2070 \left(\begin{smallmatrix}\text{cm.}\\ \text{gr.}\\ \text{sec.}\end{smallmatrix}\right)$$
$$50° \quad = 0{,}1772$$
$$200° \quad = 0{,}1357$$

Neumann giebt für Eisen $k = 0{,}163 \left(\begin{smallmatrix}\text{cm.}\\ \text{gr.}\\ \text{sec.}\end{smallmatrix}\right)$

Kupfer $k = 1{,}108$

Für Substanzen mit sehr kleinem Leitungsvermögen ist bisher weder die Grösse des inneren Wärmeleitungsvermögens sehr genau bestimmt worden, noch ist eine Untersuchung auf die Grösse der Veränderlichkeit der Wärmeleitung solcher Substanzen angestellt worden. Es soll die Aufgabe der vorliegenden Arbeit sein, erstens genaue Werthe für die beiden Leitungsvermögen k und h zu finden, welche Werthe der mittleren Temperatur eines bestimmten kleinen Intervalls entsprechen; zweitens sollen diese kleinen Temperaturintervalle in möglichst verschiedener Höhe genommen werden, um eine allfällige Veränderlichkeit der Werthe für k und h sicher zu constatiren.

Die Untersuchung wurde an Gneiss vorgenommen, weil dieser in der Erdmasse in grosser Menge vorkommt, und daher die Resultate in geologischer Beziehung Interesse haben.

Darstellung der Methode.

A. Theoretischer Theil. Zur Bestimmung der Wärmeleitungsvermögen wurde der variable Temperaturzustand des betreffenden Körpers benutzt. Der Körper wurde in Kugelform gebracht, weil diese Form für die Untersuchung die einfachste ist.

Eine Beziehung zwischen den Wärmeleitungsvermögen, der Temperatur, der Zeit u. s. f. für einen in Kugelform

gebrachten Körper veröffentlichte im Jahr 1811 M. Fourier in seiner «Théorie du mouvement de la chaleur dans les corps solides». Wenn nämlich für eine bestimmte Zeit z die Temperatur eines Punktes t ist, welcher Punkt den Abstand r vom Mittelpunkt der Kugel mit dem Radius R hat, wenn die Kugel aus einem Zustand ganz gleichmässiger Temperatur zur Zeit $z = o$ in eine Umgebung von anderer constanter Temperatur T_u, von welcher an t gezählt ist, gebracht wird, wenn h das äussere, k das innere Wärmeleitungsvermögen, D die Dichte, c die specifische Wärme des festen Körpers bezeichnet, so ist nach Fourier a. a. O. die Wärmeleitung im Innern der Kugel durch die Differentialgleichungen bestimmt

$$\frac{\partial t}{\partial z} + \frac{k}{cD}\left\{\frac{\partial^2 t}{\partial r^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial t}{\partial r}\right\} \qquad (1)$$

$$\frac{\partial t}{\partial r} + \frac{h}{k}t = o \qquad \text{für } r = R \qquad (2)$$

Ausserdem ist nach obiger Angabe

für $z = o$ dann auch $t = T = C$ für alle r 3)

Die Gleichung (1) gilt für das Innere; Gleichung (2) für die Oberfläche. In beiden Gleichungen ist k, h, c, D als constant angenommen. Diese Gleichungen werden jedoch auch noch gelten für den Fall, dass k, h, c, D variabel sind, insofern die Veränderlichkeit eine sehr kleine ist, und man unter k, h, c die mittleren Werthe von denjenigen versteht, welche ihnen innerhalb eines kleinen Temperaturintervalls von etwa 10° eigentlich zukämen.

Die Differentialgleichung (1), welche dem Zustand im Innern entspricht und die Oberflächengleichung (2) werden leichter integrirt durch Einführung einer neuen Variabeln s, welche mit den alten Variabeln t und r in der Beziehung steht $tr = s$. Die beiden Gleichungen (1) und (2)

gehen dann über in

$$\frac{\partial s}{\partial z} + \frac{k}{cD} \cdot \frac{\partial^2 s}{\partial r^2} \tag{4}$$

$$\frac{k}{r}\left(\frac{\partial s}{\partial r}\right) + \frac{s}{r}\left(h - \frac{k}{r}\right) = o \quad \text{für } r = R \tag{5}$$

Ausserdem ist für $r = o$ dann auch $s = o$ für alle z (6)

und bleibt für $z = o$, $t = T = C$ für alle r (3)

Die Gleichung (4) wird erfüllt durch die Annahmen

$$s = A e^{-\alpha z} \sin(\beta r)$$

$$s = A e^{-\alpha z} \cos(\beta r)$$

Von diesen lässt aber die Bedingung (6) nur zu

$$s = A e^{-\alpha z} \sin(\beta r)$$

Es sind noch die Bedingungsgleichungen (Grenzgleichungen) (5) und (3) zu erfüllen. Dieses geschieht durch passende Wahl der Constanten in

$$s = A e^{-\alpha z} \sin(\beta r)$$

Damit die Differentialgleichung (4) erfüllt sei, müssen die Constanten α und β in der Beziehung stehen

$$\alpha = \frac{k}{cD} \beta^2$$

wodurch man als particuläre Lösung von (4) erhält

$$s = A e^{-\frac{k}{cD}\beta^2 z} \sin(\beta r)$$

Damit ferner auch die Oberflächengleichung (5) erfüllt sei für dieses s, muss

$$\frac{\beta R}{1 - \frac{hR}{k}} = tg(\beta R) \tag{7}$$

Die Wurzeln dieser transcendenten Gleichung seien, der Grösse nach geordnet

$$\beta_1, \beta_2, \beta_3 \ldots\ldots$$

Dann ist die allgemeine Lösung von (4) gegeben in

$$s = \Sigma A_i \,.\, \sin(\beta_i r) \,.\, e^{-\frac{k}{cD}\beta_i^2 z} \tag{8}$$

In dieser Summe lassen sich die Constanten A_i aus dem Anfangszustand des Körpers, d. i. für $z = o$ bestimmen. Es wird nämlich (8) mit Hülfe von (3)

$$C = \frac{\Sigma\, A_i \,.\, \sin(\beta_i r)}{r} \tag{9}$$

Multiplicirt man hier beide Seiten mit $r \,.\, \sin(\beta_k . r) . dr$ und integrirt von $r = o$ bis $r = R$, so verschwinden rechts, da nach (7)

$$1 - \frac{hR}{k} = \frac{\beta_1 R}{tg(\beta_1 R)} = \frac{\beta_2 R}{tg(\beta_2 R)} = \ldots .$$

ist, alle Glieder mit Ausnahme des $k$ten:

$$\int_o^R A_\varkappa \sin^2(\beta_\varkappa r)\, dr$$

Hiernach wird aus (9)

$$C\int_o^R r \sin(\beta_\varkappa r)\, dr = A_\varkappa \int_o^R \sin^2(\beta_\varkappa r)\, dr$$

oder

$$C\,\frac{\sin(\beta_\varkappa R) - \beta_\varkappa R.\cos(\beta_\varkappa R)}{\beta^2{}_\varkappa} = A_\varkappa \frac{1}{\beta_\varkappa}\left\{\frac{\beta_\varkappa . R}{2} - \frac{1}{2}\sin(\beta_\varkappa R)\cos(\beta_\varkappa R)\right\}$$

also

$$A_\varkappa = \frac{2}{\beta_\varkappa}\left\{\frac{1 - \beta_\varkappa R\ \operatorname{cotg}(\beta_\varkappa R)}{\frac{\beta_\varkappa R}{\sin(\beta_\varkappa R)} - \cos(\beta_\varkappa R)}\right\} C$$

oder nach (7)

$$A_\varkappa = \frac{2hR}{k\beta_\varkappa\left[\beta_\varkappa R \operatorname{cosec}(\beta_\varkappa R) - \cos(\beta_\varkappa R)\right]}\, C$$

Schliesslich ist demnach die allgemeine Lösung

$$t=\frac{2hR}{k}\,C\sum_i \frac{\sin(\beta_i r)}{\beta_i r\,[\beta_i R\,\mathrm{cosec}\,(\beta_i R)-\cos(\beta_i R)]}\,e^{-\frac{k}{cD}\beta_i^2 z} \qquad (9)$$

worin die β_i sich bestimmen aus (7)

$$\frac{\beta R}{tg\,(\beta R)}=1-\frac{hR}{k} \qquad (10)$$

Die Gleichung (9) enthält h und k. Diese lassen sich also bestimmen, wenn die übrigen vorkommenden Grössen bestimmt sind. Vor allem aber ist zur Bestimmung von h und k sehr wünschbar, dass aus (9) eine einfachere, immerhin vollkommen genügende Form hergeleitet werde.

Die Wurzeln (βR) der transcendenten Gleichung (10) liegen abwechselnd im 2. und 4. Quadranten und ihr Unterschied nähert sich asymptotisch der Grenze π. Mehr als irgend zwei aufeinander folgende Wurzeln (βR) unterscheiden sich die beiden ersten von einander. Dasselbe gilt also auch für β_1 und β_2. Diese β_i ändern sich etwa wie z. B.

$$0{,}9408 : 2{,}054 : 3{,}126 : \ldots.$$

Sie bewirken daher in doppelter Weise eine rasche Convergenz von (9). Einmal weil sie im Exponenten erscheinen und dann weil sie mit r multiplicirt das Argument des sinus sind. Es würden demnach schon 2 bis 3 Glieder von (9) genügen. Man kann sich aber geradezu auf das erste Glied von (9) beschränken, wenn man die seit Anfang verflossene Zeit z bedeutend gross nimmt. Für diesen Fall bleibt

$$t=C\frac{2hR}{k}\,\frac{\sin(\beta_1 r)}{\beta_1 r\,[\beta_1 R\,\mathrm{cosec}\,(\beta_1 R)-\cos(\beta_1 R)]}\,e^{-\frac{k}{cD}\beta_1^2 z} \qquad (11)$$

Ob dieses erste Glied wirklich genügen kann, wird

durch den Versuch entschieden werden können. Bestimmt man in gleichen Zeitabständen die Temperaturen an einer und derselben Stelle der Kugel, bleibt also r constant und entsprechen den Zeiten $z_1, z_2, \ldots$. die Temperaturen $t_1, t_2, \ldots$.; bildet man dann die Quotienten dieser Temperaturen, so ergiebt die Formel (11) für diesen Fall

$$\frac{t_1}{t_2} = e^{-\frac{k}{cD} \cdot \beta_1^2 (z_1 - z_2)} = \text{Const.} \qquad (12)$$

Da die Differenzen $z_1 - z_2, \ldots, z_n - z_{n+1}, \ldots$ nach Voraussetzung gleich sein sollen, so ist der Exponent, also auch die Potenz constant. Wenn nun auch, nachdem von Anfang an eine genügend lange Zeit verstrichen ist, die Beobachtung ergibt, dass der Quotient von je zwei sich folgenden Temperaturen constant ist, so wird die in (11) gemachte Reduction gerechtfertigt sein. — Die gemachten Messungen lieferten vollkommen befriedigende Resultate.

Eben diese Beziehung (12) ergiebt nun durch Umkehrung

$$k = \frac{c \cdot D}{\beta_1^2 (z_2 - z_1)} \cdot 2{,}302585 \cdot \log \text{com} \frac{t_1}{t_2} \qquad (13)$$

eine zur Berechnung von k sehr bequeme Formel, wenn β_1 bekannt wäre.

Auch β_1 ergiebt sich leicht. Sind T_c und t_o die Temperaturen von zwei Punkten der Kugel, welche bezüglich die Abstände r_c und r_o vom Centrum haben, beide zu derselben Zeit z, so ist nach (9), wenn man noch zur Abkürzung

$$N_i = [\beta_i R \cdot \text{cosec}\,(\beta_i R) - \cos(\beta_i R)]$$

setzt,

$$T_c = C \cdot \frac{2hR}{k} \cdot \Sigma \frac{\sin(\beta_i r_c)}{\beta_i r_c \cdot N_i} \cdot e^{-\frac{k}{cD}\beta_i^2 z}$$

$$t_0 = C \cdot \frac{2hR}{k} \cdot \Sigma \frac{\sin(\beta_i r_o)}{\beta_i r_o \cdot N_i} \cdot e^{-\frac{k}{cD}\beta_i^2 z}$$

und somit ihr Quotient

$$\frac{T_c}{t_o} = \frac{r_0}{r_c}\left\{\frac{\sin(\beta_1 r_c)}{\sin(\beta_1 r_0)} + \right. \tag{14}$$

$$\left. + \frac{\sin(\beta_1 r_0)\sin(\beta_2 r_c) - \sin(\beta_1 r_1)\sin(\beta_2 r_0)}{\sin^2(\beta_1 r_0)} \frac{\beta_1 N_1}{\beta_2 N_2} e^{-\frac{kz}{cD}(\beta_2^2 - \beta_1^2)} + \ldots \right\}$$

Immer noch gilt die Voraussetzung, es soll z sehr gross sein. Ein grosser Werth von z aber bewirkt, dass in (14) nur das erste Glied der unendlichen Reihe in Betracht kommt, da sich für diesen Fall (14) reduzirt auf

$$\frac{T_c}{t_0} = \frac{\sin(\beta_1 r_c)}{r_c} : \frac{\sin(\beta_1 r_0)}{r_0}, \text{ d. i. Const.} \tag{15}$$

Noch einfacher wird die Beziehung, wenn man annimmt, es sei $r_c = o$ und sei r_o nahezu R; also T_c und t_o die Temperaturen am Centrum und bezüglich dicht unter der Oberfläche. Dann wird (15) zu

$$\frac{T_c}{t_0} = \frac{\beta_1 r_0}{\sin(\beta_1 r_0)} = \text{Const.} \tag{16}$$

Die Erfahrung zeigt übereinstimmend, dass $\frac{T_c}{t_0} = \text{Const.}$ wird, sobald eine genügend lange Zeit z verstrichen ist. Diese aus einer Versuchsreihe entnommene Const. $\frac{T_c}{t_0}$ muss also $= \frac{\beta_1 r_0}{\sin(\beta_1 r_0)}$ sein. Hieraus ergiebt sich β_1.

Nachdem so nach (16) das β_1, dann nach (13) das k bestimmt ist, ergiebt sich ohne weiteres auch noch h. Durch Umformung von (7)

$$\frac{\beta_1 R}{1 - \frac{hR}{k}} = tg(\beta_1 R)$$

wird nämlich

$$h = \frac{k}{R}\left\{1 - \frac{\beta_1 R}{tg\beta_1 R}\right\} \tag{17}$$

B. Experimenteller Theil. Die Berechnung von β_1, k, h nach den Formeln (16), (13), (17) verlangt die Kenntniss von r_o, R; derselben Zeit entsprechende Werthe von T_c und t_o; entsprechende Werthe von t und z, und noch c und D.

Von diesen Grössen lassen sich die Dichte D, die Kugelradien R und r_o ohne Schwierigkeit genau bestimmen. Grössere Schwierigkeiten bietet die genaue Bestimmung der specifischen Wärme c, sowie die genaue auf bestimmte Zeit fallende Temperaturbestimmung im Centrum und der Oberfläche der Kugel.

1) Für den später benutzten sehr feinkörnigen granitischen Gneiss ergab sich die Dichte $D = 2{,}683$.

2) Zur Bestimmung der specifischen Wärme c diente das Wassercalorimeter. Das Calorimetergefäss war aus dünnem Kupferblech gefertigt, und ebenso der Rührer. Das Gefäss (ohne Rührer) wog 27,266 gr. Bei den meisten Bestimmungen von c wurde dann so viel Wasser genommen, dass Wasser und Gefäss zusammen 230 gr. wogen. Der Wasserwerth $m\gamma$ des Kupfergefässes sammt Rührer betrug 3,272 Calorien. Bevor eine Temperatur abgelesen wurde, und auch nachdem der Körper eingeworfen war, wurde das Wasser im Calorimeter stetig gerührt. Die Temperaturen wurden von 30 zu 30 Sekunden abgelesen.

Das Verfahren bei der Bestimmung der specifischen Wärme gründete sich auf folgende Gleichung

$$Mc\,(T\text{-}t) = (W+m\gamma)\,(t-t_0) + \text{Correctionsgrösse.}$$

Hierin bedeuten M, c, T das Gewicht, die spec. Wärme, und die Anfangstemperatur der zu untersuchenden Körper. Ferner W, t_o das Gewicht und die Anfangstemperatur des Wassers im Calorimeter; ferner m, γ Gewicht und spec. Wärme des Calorimetergefässes; endlich t die Maximal-

temperatur der Mischung. Die Correctionsgrösse soll den Wärmeverlust ersetzen, der von der Zeit des Einschüttens bis zur Zeit der Maximaltemperatur nothwendig auftritt. Diese Grösse ist offenbar der Zeit sowie der Temperaturdifferenz zwischen der Mischung und der äusseren Umgebung proportional.

Wenn man die Zwischentemperaturen t_o, t_1, t_2, ..., ..,t_n von der Temperatur beim Einschütten t_a bis zum Temperaturmaximum t_n der Mischung in gleichen Zeitabständen abliest, so ist die Correctionsgrösse

$$= H\left\{\left(\frac{t_0+t_1}{2}-t_a\right)+\left(\frac{t_1+t_2}{2}-t_a\right)+\ldots.+\left(\frac{t_{n-1}+t_n}{2}-t_a\right)\right\}$$

$$= H\left\{\frac{t_0+t_n}{2}+t_1+t_2+\ldots.+t_{n-1}-nt_a\right\} \qquad (19)$$

Zur Bestimmung der Constante H wurde folgender Weg eingeschlagen: Die bei jedem Versuch hergestellten Verhältnisse betreffend Wassermenge, Temperaturdifferenz gegen die Umgebung, u. s. f. waren dieselben. Nur wurde in das Wasser des Calorimeters kein Körper eingeworfen. Dann hatte man also die Beziehungen

$$H\left(\frac{t_1+t_2}{2}-t_a\right)=(W+m\gamma)\ (t_1-t_2)$$

$$H\left(\frac{t_2+t_3}{2}-t_a\right)=(W+m\gamma)\ (t_2-t_3)$$

. . . . . .

Somit durch Addition

$$H\left(\frac{t_1+t_n}{2}+t_2+t_3+\ldots+t_{n-1}-nt_a\right)=(W+m\gamma)\,(t_1-t_n) \qquad (20)$$

Hiernach ergab sich als Wärmemenge H, welche bei der Temperaturdifferenz von 1^0 per Minute für die genannte Anordnung vom Calorimeter nach der Umgebung abgegeben (oder aufgenommen) wurde

$$H = 0{,}0242 \text{ Calor.}$$

Bei den nun folgenden Gruppen von Versuchen wurden möglichst gleiche Anfangstemperaturen für den einzuwerfenden Körper und für das Wasser im Calorimeter herzustellen gesucht. Die negativen Temperaturen wurden gemessen mit Hülfe eines Thermoelementes in einer Weise, welche später angegeben wird. Die eine Löthstelle des Thermoelementes reichte dabei in die Mitte eines dünnwandigen, cylindrischen Kupfergefässes von etwa 12 Cm. Länge und 2,5 Cm. Durchmesser, in welchem Gefäss passende Stücke des Körpers lagen. Das Ganze wurde wohl verschlossen etwa eine Stunde lang in einer Kältemischung von gegen $-21{,}6^0$ gehalten, bevor der Körper ins Calorimeterwasser gebracht wurde. Die Anfangstemperatur T wurde gemessen, als der Körper im Gefäss noch in der Kältemischung sich befand. Die Ablesung wurde erst gemacht, nachdem innerhalb 5 Minuten sich die Temperatur nicht mehr um $^1/_{70}$ Grad veränderte.

Dem Körper konnte dadurch eine in allen seinen Theilen gleichmässige höhere Temperatur beigebracht werden, dass das ihn fassende Gefäss von Dämpfen siedenden Wassers lebhaft umströmt wurde. Die Temperatur dieser Dämpfe wurde angegeben durch den Barometerstand.

Die constante hohe Temperatur von etwa 200^0 wurde durch ein Oelbad hergestellt. In dieses Oel tauchte ein Hg.-Thermometer, und neben dieses das cylindrische, dünnwandige Glasgefäss, welches die Substanz enthielt. Das Oel wurde umgerührt, und dann die Temperatur nicht eher abgelesen, als bis sie sich innerhalb einer halben Stunde nicht um mehr als 1^0 änderte.

Die in solcher Weise mit Gneiss vorgenommenen Versuche ergaben dann folgende Resultate:

Datum.	*A. T.* d. G.	*A. T.* d. W.	*c*
26. II.	−18,91°	+19,34°	0,1736°
26. II.	−19,60	+20,59	0,1716
ferner:			
28. II.	+98,84	+15,86	0,1981
28. II.	+98,84	+16,55	0,1920
28. II.	+98,84	+19,26	0,1982
ferner:			
20. III.	+213,0	+16,05	0,21316
21. III.	+210,9	+17,77	0,2167
22. III.	+210,0	+17,07	0,2163
22. III.	+218,0	+16,45	0,2121
22. III.	+216,8	+16,17	0,2135
22. III.	+210,0	+16,65	0,2142

Demnach ist im Mittel für das Temperaturintervall

von −19,25° bis +19,95°	$c = 0{,}1726$
+17,22° bis +98,84°	$c = 0{,}1961$
+16,69° bis +213,2°	$c = 0{,}2143$

Hieraus ergiebt sich, dass für ***Gneiss*** *die specifische Wärme mit der Temperatur veränderlich* ist, und zwar ist in erster Annäherung für Temperaturen zwischen

0°. bis 60°	$c = 0{,}1723 + 0{,}000353\,t$
60° bis 120°	$c = 0{,}2005 + 0{,}000248\,(t-60°)$

Da später im Kapitel «Prüfung der Methode» auch das Paraffin besprochen werden soll, so mögen gleich hier auch die Resultate folgen, welche für die specifische Wärme des Paraffin gefunden wurden.

Datum.	*A. T.* d. P.	*A. T.* d. W.	*c*
9. II.	0°	20,00°	0,6912
9. II.	0	20,06	0,6964
11. II.	0	20,05	0,6901
11. II.	0	20,00	0,6971

Datum.	*A. T.* d. P.	*A. T.* d. W.	*c*
ferner:			
21. II.	−16,70°	+17,56°	0,5247
21. II.	−21,60	+21,11	0,5112
22. II.	−18,91	+19,18	0,5175
22. II.	−18,90	+20,38	0,5329
ferner:			
12. II.	−19,20°	+3,50°	0,3691
12. II.	−19,60	+3,51	0,3771
13. II.	−19,20	+3,17	0,3756
14. II.	−20,35	+2,82	0,3849

Im Mittel ist somit für das Temperaturintervall

von 0° bis + 20°	$c = 0{,}6939$
−19,03° bis +19,58°	$c = 0{,}5251$
−19,59° bis + 3,25°	$c = 0{,}3768$

Die specifische Wärme des ***Paraffin*** *ist somit in hohem Maasse von der Temperatur abhängig*, was wegen des Kohlenstoffgehalts von vornherein zu erwarten war. Die Abhängigkeit lässt sich in erster Annäherung durch eine lineare Function der Temperatur darstellen wie folgt:

Für Temperaturen

von −10° bis 0° ist $c = 0{,}5156 - 0{,}01170\ t$

0° bis +10° ist $c = 0{,}5156 + 0{,}01787\ t$

---

3. Zur Bestimmung der Temperaturen in den auf Wärmeleitung untersuchten Kugeln dienten Thermoelemente. — Die Thermoelemente wurden hergestellt aus einem nicht ganz einen Meter langen und etwa $^3/_4$ mm. dicken Neusilberdrahte und zwei 40 bis 50 Cm. langen, 1 mm. dicken Kupferdrähten. Zum Löthen wurde Silber verwendet. Die Drähte wurden mit Baumwolle von einander und gegen aussen isolirt. Die Isolation wurde vollständiger gemacht durch Tränkung der Baumwolle mit

einer Lösung von Mennige. — Wenn man die nicht gelötheten Kupferenden mit den Drahtenden eines Galvanometers verbindet, und die Löthstellen auf verschiedene Temperaturen bringt, so geht durch den geschlossenen Kreis ein thermoelektrischer Strom, dessen electromotorische Kraft E von der Temperaturdifferenz der beiden Löthstellen abhängt. Diese Thatsache diente zur Temperaturbestimmung. Ein feingestelltes Wiedemann'sches Spiegelgalvanometer wurde zur Messung der Stromstärke benutzt. Es ist allgemein für thermoelectrische Paare

$$E = A\,(t_1 - t_2)\,\left\{T_0 - \frac{t_1+t_2}{2}\right\}$$

oder für kleine Differenzen $(t_1 - t_2)$

$$E = A_1(t_1 - t_2) - B_1(t_1 - t_2)^2$$

Ist dann w der Widerstand des Schliessungskreises, I die Stromstärke, so ist

$$I = \frac{A_1}{w}(t_1 - t_2) - \frac{B_1}{w}t_1 - t_2)^2$$

Da aber $I = C.$ tang u, wo u der Ausschlagswinkel der Galvanometernadel ist, und ferner tang. $2u = \frac{s}{D}$, wo s der Ausschlag auf der Scala und D ihre Entfernung vom Spiegel des Galvanometers ist, so erhält man als Zusammenhang zwischen dem beobachteten Ausschlag s und der Temperaturdifferenz der Löthstellen eine Gleichung von der Form

$$s = \alpha\,(t_1 - t_2) + \beta\,(t_1 - t_2)^2 \qquad (21)$$

Darin sind α und β für jede Anordnung und jedes Thermoelement besonders zu bestimmende Constanten.

Um rasch nach einander mehrere Ausschläge ablesen zu können, ist zu vermeiden, dass der Magnet des Galvanometers mehrmals um seine Gleichgewichtslage hin und

her schwingt. Durch Anwendung des Hauy'schen Magnetstabes wurde desswegen der Magnet so nahe aperiodisch gemacht, dass er bei einem Ausschlag von 500 Scalentheilen von der Ruhelage aus fast ohne Schwingung sich in die vorgeschriebene Gleichgewichtslage einstellte, oder beim Loslassen aus dieser Gleichgewichtslage nur um 2 Scalentheile die Ruhelage überschritt, um sofort asymptotisch sich der definitiven Ruhelage zu nähern. Die Empfindlichkeit des Galvanometers wurde so regulirt, dass bequem noch Ausschläge sicher beobachtet werden konnten, welche einer Temperaturdifferenz von $^1/_{70}$ bis $^1/_{250}$ Grad entsprachen.

Die Bestimmung der Constanten α und β geschah folgendermaassen: Das Galvanometer wurde so gestellt, und die Verbindungsdrähte nach dem Thermoelement so gelegt, wie sie beim Hauptversuch sein sollten. Die eine Löthstelle wurde durch Eis oder Schnee auf der constanten Temperatur 0^0 erhalten. Die andere Löthstelle aber tauchte in ein dickwandiges, etwa 3 bis 4 Liter haltendes Gefäss mit Wasser. In dieses nämliche Wasser neben die Löthstelle tauchte ein sehr feines in Zehntel-Grade eingetheiltes Hg.-Thermometer. Durch Eis oder warmes Wasser wurde in diesem Gefäss eine passende Temperatur hergestellt, und durch stetiges Umrühren des Wassers bewirkt, dass stets alle im Gefäss befindlichen Theile dieselbe Temperatur hatten. Letztere änderte sich dabei nur sehr langsam. Nun wurden möglichst rasch nach einander abgelesen: 1) Die Ruhelage des Magneten bei unterbrochener Leitung; dann nach Schliessung der Leitung 2) am Hg.-Thermometer die Temperatur des Wassers; dann 3) der ihr entsprechende Ausschlag in Scalentheilen; 4) nach neuer Unterbrechung der Leitung

wieder die Ruhelage; u. s. f. 3 bis 6 zusammengehörige Werthe bestimmt. Die unmittelbar vor und nach der Ablesung eines Ausschlages abgelesene Ruhelage hatte den Zweck, allfällige Aenderungen der Deklination u. s. f. zu eliminiren. Das arithmetische Mittel der Ausschläge in Scalentheilen und die entsprechende Temperaturdifferenz der Löthstellen gab eine der Gleichungen

$$s = \alpha(t_1 - t_2) + \beta(t_1 - t_2)^2$$

So ergab die Graduirung vom 7. II. unter anderem für R als Ruhelage, A als Ausschlag in Scalentheilen, und t als Temperatur in Graden des Hg.-Thermometers:

R_1	A	t	R_2
483,2	555	3,10°	487
487.2	553,7	3,50	485
485	558,4	3,40	488
488	561,8	3,38	488,6
488,6	564	3,53	488

also die Gleichung

$$71{,}72 = \alpha\, 3{,}402 + \beta\, 3.402^2$$

Ferner

478,4	997	19,51°	479
479	994,2	19,49	474,2
474,2	988	19,44	470,4

die Gleichung

$$515{,}4 = \alpha\, 19{,}48 + \beta\, 19{,}48^2$$

Diese beiden Gleichungen würden α und β bestimmen. Als Mittelwerth aus mehreren solcher Gleichungen ergab sich

$$\alpha = 21{,}0366 \qquad \beta = 0{,}3409$$

Diese Constantenbestimmung wurde wiederholt ausgeführt; je wenn die Anordnung etwas geändert war, oder durch zufällige Umstände geändert schien.

Irgend eine Beobachtungsreihe wird nun in folgender Weise zur Berechnung von k und h verarbeitet: Es sei z. B. in einer mit Gneiss gemachten Reihe unter z die Zeit der neben ihr stehenden Ablesung, unter R die Ruhelage, unter S_c und S_0 die Scalenablesungen dem Centrum und der Oberfläche entsprechend, unter T_u die Temperatur der Umgebung verstanden. Dann giebt $S_c - \frac{R_1+R_2}{2}$, sowie $S_0 - \frac{R_1+R_2}{2}$ den Ausschlag in Scalentheilen. Dieser ist mit Hülfe der Constanten

$$\alpha_c = 51{,}263 \qquad \beta_c = 0{,}1435$$
$$\alpha_0 = 28{,}231 \qquad \beta_0 = 0{,}05526$$

in die entsprechenden Temperaturen T_c und t_0 umgewandelt. Die folgende Columne giebt den von (16) verlangten Quotienten von, einer nämlichen Zeit entsprechenden, Temperaturen am Centrum und der Oberfläche. Die beiden letzten Columnen finden Anwendung bei Berechnung von k nach (13). Dabei ist als die Zeit $(z_2 - z_1)$ immer 5 Minuten = 300 Sec. genommen. Der Kugelradius war R = 2,982 Cm. und $r_0 = 2{,}960$ Cm.

z	R_1	S_c	S_0	T_u	R_2	T_c	t_0	$\frac{T_c}{t_0}$	$\log\log\frac{T_1}{T_2}$	$\log\log\frac{t_1}{t_2}$
8.15	Eintauchen in T_u aus + 20°.									
9.5	443	1036,3	557	97,8°	443	11,2187°	3,8802°	2,8912		
9.10	443,2	955	541		443,2	9,7200	3,2585	2,9830	$\bar{2}$,79428	$\bar{2}$,87990
15	441,6	888	523,2		442	8,4988	2,7300	3,1130	$\bar{2}$,76574	$\bar{2}$,88564
9.20	440,2	829,3	513,2	97,8	440,2	7,4325	2,4608	3,0204	$\bar{2}$,76507	$\bar{2}$,65398
25	435,6	777,7	500,8		436,4	6,5437	2,1850	2,9948	$\bar{2}$,74288	$\bar{2}$,71290
9.30	453	755,8	512,3		453,4	5,8052	2,0152	2,8806	$\bar{2}$,71609	$\bar{2}$,54568
35	453	722,3	510,5	97,8	453,2	5,1779	1,9575			
			Mittel:	97,8°				2,9805	$\bar{2}$,74668	$\bar{2}$,73562

Die mittlere Temperatur dieses Intervalls ist $t = +92°$.

Aus dem Quotienten 2,9805 ergiebt sich nach (16) als Werth für

$$\beta_1 = \text{Num log } \bar{1},88475$$

Dann wird nach (13) mit Benutzung der Temperaturen T am Centrum (also des Mittelwerthes aus der vorletzten Columne) der Werth für

$$k_c = 4,0380 \cdot 10^{-4} \left(\begin{matrix}\text{cm.}\\ \text{gr.}\\ \text{sec.}\end{matrix}\right)$$

Mit Benutzung der Temperaturen t an der Oberfläche (das Mittel aus der letzten Columne) wird

$$k_0 = 3,9364 \cdot 10^{-4} \left(\begin{matrix}\text{cm.}\\ \text{gr.}\\ \text{sec.}\end{matrix}\right)$$

Diesen beiden Werthen von k entsprechend ergeben sich nach (17) auch sofort zwei Werthe für h; nämlich

$$h_c = 4,5646 \cdot 10^{-4} \left(\begin{matrix}\text{cm.}\\ \text{gr.}\\ \text{sec.}\end{matrix}\right)$$

$$h_0 = 4,4500 \cdot 10^{-4} \left(\begin{matrix}\text{cm.}\\ \text{gr.}\\ \text{sec.}\end{matrix}\right)$$

Diese k und h entsprechen einer Temperatur von etwa 91°.

Ausführung der Beobachtungen zur Bestimmung des Wärmeleitungsvermögens für Gneiss, und Resultate.

Aus einem sehr feinkörnigen Stück Granit wurde eine Kugel hergestellt von 2,982 Cm. Radius. In sie, nach dem Centrum hin, wurde ein Loch gebohrt von etwa 2 mm. Durchmesser. Dieses musste die eine Löthstelle eines Thermoelementes einlassen, um durch dieses die Temperatur im Centrum der Kugel bestimmen zu können. Die

Berührung der Löthstelle mit der Kugel dauerte je nur während der kurzen Zeit, welche zu einer Ablesung nöthig war. Durch Wegheben der Löthstelle um 1 bis 2 mm. wurde ein allfälliger Wärmeentzug, oder eine Wärmezufuhr durch das berührende Metall möglichst reducirt. Die Kugel hieng an 4 Faden an der Decke eines cylindrischen Kupfergefässes. Dieses hatte etwa 11 Cm. Durchmesser und 14 Cm. Höhe. Nach aussen hin war sein oberer Rand versehen mit einer 1,5 Cm. breiten und 8 Cm. dicken am Gefäss festgelötheten, eisernen Flansche. Der ebene Deckel hatte ebenfalls eine Flansche von denselben Dimensionen. Deckel und Gefäss waren auf einander gepasst und konnten durch 8 Schrauben fest zusammengehalten werden. Eine zwischen beide Flanschen gelegte Kautschuklamelle machte den Verschluss luftdicht. Um im Inneren trockene Luft zu haben, also den störenden Einfluss allfällig eindringender Wasserdämpfe zu beseitigen, wurden noch einige Stücke Chlorcalcium hineingelegt. In den Deckel wurden zwei Messingröhren von 1 Cm. Durchmesser und 12 Cm. Länge eingelöthet; in diese ein Glasrohr gesteckt (um die Thermoelemente nicht mit gut leitendem Metall in Berührung zu bringen); dann durch die Glasröhren nach dem Centrum der Kugel sowie nach ihrer Oberfläche die einen Löthstellen zweier Thermoelemente geführt. Die anderen Löthstellen dieser Thermoelemente wurden auf constanter Temperatur T_u erhalten, und zwar entweder durch Eis, oder durch eine grosse Masse Wasser, oder endlich durch Wasserdampf. — Die freien Kupferenden der Thermoelemente giengen nach 2 Quecksilbernäpfen von grossem Querschnitt, und von diesem gieng eine Leitung nach den Drahtenden des Wiedemann'schen Galvanometers. Um aber nicht störende Neben-

schliessungen zu erhalten, ist darauf zu achten, dass keine andern Drahtenden in die beiden Näpfe tauchen als diejenigen, welche die gewollte Schliessung eines Stromkreises vermitteln. Die Leitung war in der Regel unterbrochen, und wurde dieselbe nur hergestellt etwa 10 Sec. (nach Bedürfniss bis 30 Sec.) vor dem Zeitpunkt, für welchen man die Temperatur im Innern der Kugel haben wollte. Sofort nach dieser Bestimmung wurde die Leitung wieder unterbrochen. Kurz vor und nach Herstellung der geschlossenen Leitung wurde die Ruhelage des Magneten abgelesen. Der Ausschlag für die Temperaturen am Centrum wurde abgelesen zu den Zeiten 0^m, 5^m. 10^m, ... und dazwischen zur Kontrolle oder zur Auswahl zu den Zeiten 2^m, 7^m, 12^m, ...

Bei einer ersten Gruppe von Beobachtungen wurde das Gefäss mit der Kugel in der angeführten Anordnung aus der Zimmertemperatur in die Dämpfe von siedendem Wasser gebracht. Diese Dämpfe wurden nämlich in einen hölzernen Kasten geleitet, an dessen Deckel das Kupfergefäss festgemacht war. Nachdem einmal die Dampfentwicklung lebhaft im Gang war, wurde dieser hölzerne Deckel aufgesetzt und fest geschraubt. Dadurch wurde eine Temperatur der Umgebung $T_u = 97$ bis 98^0 erzielt. Nach beinahe einer Stunde konnte die Beobachtung solcher Werthe beginnen, für welche die Formeln (16), (13), (17) anwendbar sind. Nach Verlauf einer weiteren Stunde betrug der Ausschlag immer noch 50 bis 60 Scalentheile. Kleinere Ausschläge wurden nicht mehr abgelesen, weil kleine Störungen verhältnissmässig grosse Fehler bewirkt hätten und die bezüglichen Resultate nicht zuverlässig geworden wären. Die auf Grund solcher Beobachtungen berechneten Resultate sind für k und h ausgedrückt in Zehntausendsteln und den Maasseinheiten Cm., Gr. Sec.:

k_c	k_0	h_c	h_0	t
4,6880	5,1090	4,0046	4,3642	91°
3,1678	3,1080	3,2456	3,1840	94
4,0380	3,9364	4,5646	4,4500	92
4,1590	3,9060	3,6334	3,4130	93
4,3435	3,8350	3,2290	2,8510	93
5,1658	4,4552	3,2247	2,7811	93
4,6872	4,5562	2,9310	2,8500	93
4,4837	4,4372	3,6404	3,6027	92
4,7279	4,0988	4,3855	3,8020	92
Im Mittel 4,3845	4,1602	3,6510	3,4776	93

Bei der folgenden Gruppe wurde die Kugel durch Dämpfe siedenden Wassers in jenem Kasten zuerst auf die constante Temperatur 98° gebracht und dann in ein grosses etwa 80 Liter haltendes Gefäss mit Wasser gestellt, dessen Temperatur T_u diejenige des Zimmers war

k_c	k_0	h_c	h_0	t
5,2680	5,0623	3,2435	3,1168	26°
5,9229	5,6026	3,1462	2,9760	24
5,7980	5,5505	3,1324	2,9990	24
5,3856	5,2195	3,4223	5,3170	27
5,4836	5,4500	3,4415	3,4200	26
5,6204	5,6000	3,0942	3,0830	23
6,1646	6,2372	2,9387	2,9734	25
4,3340	5,2570	2,6713	3,2400	25
5,2068	5,1620	3,2134	3,1854	26
5,0003	5,1420	3,2978	3,3910	25
4,9188	4,8217	3,2870	3,2221	25
Im Mittel 5,3730	5,3743	3,1717	3,1749	25

Aus diesen Versuchen geht somit hervor, dass *sowohl das* ***innere*** *als auch das* ***äussere*** *Wärmeleitungsvermögen für* ***Gneiss*** *von der Temperatur* ***abhängig*** *ist*, und zwar ist in erster Annäherung für Temperaturen von 0° bis 100°

$$k = (5{,}7786 - 0{,}0162\,t) \cdot 10^{-4} \quad \left(\begin{matrix}\text{cm.}\\ \text{gr.}\\ \text{sec.}\end{matrix}\right)$$
$$h = (3{,}0293 + 0{,}00575\,t) \cdot 10^{-4}$$

Die Veränderlichkeit des inneren Leitungsvermögens ist somit ungefähr die dreifache von derjenigen des äussern Leitungsvermögens, und ausserdem von entgegengesetztem Vorzeichen.

Diese Untersuchung führte zu ziemlich unerwarteten Resultaten, so dass es als wünschenswerth erscheint, durch Vergleichung dieser Resultate mit früher veröffentlichten einen Anhaltspunkt über ihre Richtigkeit zu gewinnen. Wie Eingangs angeführt wurde, sind aber exacte absolute Messungen nur in geringer Anzahl gemacht werden. Von den mir bekannt gewordenen theile ich mit

Péclet: für Marmor $k = 0{,}0048$.

Despretz: feinkörnigen Marmor $k = 0{,}0097$,
grobkörnigen Marmor $k = 0{,}0077$.

Angström[1]) giebt für thonhaltigen Sand $k = 0{,}0000194$.
feuchten Thon $k = 0{,}0000215$.

Diese sind berechnet aus gemessenen Erdtemperaturen.

W. E. Ayrton und J. Perry[2]) in Tokio, für einen japanesischen Stein im Mittel

$$k = 0{,}00579 \qquad h = 0{,}00316$$

Everett aus Beobachtungen von Erdtemperaturen im Garten der Greenwicher Sternwarte für «Gravel of Greenwich Observatory Hill» $k = 0{,}0025$.

G. Forbes[3]) für schwarzen Marmor $k = 0{,}00177$.
weissen Marmor $k = 0{,}00115$.
Quarz senkrecht zur Axe $k = 0{,}0042$.
» parallel » » $k = 0{,}0009$.

Stefan[4]) für Luft $k = 0{,}000058$.

---

[1]) Pogg. Bd. 114.
[2]) Phil. Mag. (5) IV. 1878.
[3]) Procedings of the Roy. Soc. of Edinbourg. 1873.
[4]) Wiener Sitzungsberichte. Bd. 65. Abt. 2. 1872.

Tait hat Berechnungen angestellt, welche schliessen lassen, dass das Leitungsvermögen der Metalle für Wärme ihrer absoluten Temperatur umgekehrt proportional ist.

Diese Zahlen stimmen viel zu wenig mit den für Gneiss gefundenen überein, als dass man einen sicheren Schluss auf ihre Richtigkeit machen könnte. Wenn auch die ersteren besser unter sich als mit denjenigen für Gneiss übereinstimmen, so sind letztere doch desswegen nicht zu verwerfen, weil viele mit Sorgfalt ausgeführte Beobachtungen sich gegenseitig unterstützen. Dieses drängt zu einer

Prüfung der Methode.

Um eine Prüfung der Methode anstellen zu können, wurde

1) k und h für ***Paraffin*** nach der obigen Methode bestimmt. Die Resultate waren

$$h = (1{,}697 + 0{,}0475\,t) \cdot 10^{-4} \left(\frac{\text{cm.}}{\text{gr.}}\right)$$

$$k = (2{,}294 + 0{,}1455\,t) \cdot 10^{-4}$$

2) wurde für Paraffin h auch noch nach ganz anderer Methode *direct* bestimmt. Dieses geschah nach dem Vorschlage des Herrn Prof. Dr. H. F. Weber, meines hochverehrten Lehrers, in folgender Weise:

Bezeichnet O die Oberfläche einer kleinen Kupferkugel, M ihre Masse, dz und dt bezüglich die Elemente der Zeit und der Temperatur, t die Temperatur der Oberfläche, T_u die constante Temperatur der Umgebung, so ist die im Zeitelement nach aussen abgegebene Wärmemenge in doppelter Weise ausgedrückt

$$h\,O\,(t - T_u)\,dz = -M\,c\,dt \qquad (22)$$

Dabei ist die Voraussetzung gemacht, dass die Temperatur in *allen* Massenelementen *denselben* Werth hat.

Wie nahe diese Voraussetzung für die kleine Kupferkugel zutrifft, ergiebt sich in folgender Weise: Die Temperaturen irgend zweier Punkte der Kugel sind um so weniger von einander verschieden, je kleiner der Quotient dieser Temperaturen ist. Den grössten Werth für diesen Quotienten erhält man offenbar aus der Temperatur am Centrum und derjenigen dicht unter der Kugeloberfläche; also für Kugelradien $r_c = o$ und $r_o = 2{,}40$. Für den Quotienten solcher zwei Temperaturen zu irgend einer aber nämlichen Zeit z giebt (14)

$$\frac{T_c}{t_0} = r_0 \left\{ \frac{\beta_1}{\sin(\beta_1 r_0)} + \frac{\beta_2 \sin(\beta_1 r_0) - \beta_1 \sin(\beta_2 r_0)}{\sin^2(\beta_1 r_0)} \cdot \frac{\beta_1 N_1}{\beta_2 N_2} e^{-\frac{kz}{cD}(\beta_2^2 - \beta_1^2)} + \ldots \right\}$$

Sobald nun z nur 2 bis 3 Minuten beträgt, so sind alle nach dem ersten folgenden Glieder gegen dieses verschwindend klein und daher

$$\frac{T_c}{t_0} = \frac{r_0 \beta_1}{\sin(\beta_1 r_0)}$$

oder

$$\frac{t_0}{T_c} = \frac{\sin(\beta_1 r_0)}{r_0 \beta_1} = \frac{1}{r_0 \beta_1} \left\{ \beta_1 r_0 - \frac{(\beta_1 r_0)^3}{3!} + \frac{(\beta_1 r_0)^5}{5!} - \ldots \right\} =$$

$$= 1 - \frac{(\beta_1 r_0)^2}{3!} + \frac{(\beta_1 r_0)^4}{5!} - \ldots.$$

Hierin ist $(\beta_1 r_0)$ zu bestimmen. — Zunächst ergiebt sich (βR) aus (10)

$$\frac{\beta R}{tg(\beta R)} = 1 - \frac{hR}{k}$$

oder, da $R = 2{,}42$ cm. war, ferner für Kupfer $k = 0{,}75$, $h = 0{,}00018$ ist, aus

$$\frac{(\beta R)}{tg(\beta R)} = 0{,}99942$$

Es wird $(\beta_1 R) = 0{,}04189$; $\beta_2 R = 4{,}4935$; ....

somit $\beta_1 r_0 = 0{,}04154$ und demnach

$$\frac{t_0}{T_c} = 0{,}99971$$

Wenn die Kugel also auch aus der Anfangstemperatur in eine um 30° von ihr verschiedene Temperatur T_u der Umgebung gebracht worden wäre, so wäre doch der Unterschied der Temperaturen am Centrum und dicht unter der Oberfläche nicht 0,01°. —

Durch Integration der Differentialgleichung (22) erhält man

$$-\frac{hO}{Mc}z = +\text{log. nat.}(t-T_u) + \text{Const.}$$

Wenn dann z_1 und t_1 sich ebenso entsprechen wie z und t. so ist auch

$$-\frac{hO}{Mc}z_1 = +\text{log. nat.}(t_1-T_u) + \text{Const.}$$

Aus beiden folgt durch Subtraction

$$\frac{hO}{Mc}(z_1-z) = \text{log. nat.}\left(\frac{t-T_u}{t_1-T_u}\right)$$

also

$$h = \frac{Mc}{O(z_1-z)} \cdot \text{log. nat.}\left(\frac{t-T_u}{t_1-T_u}\right) \qquad (23)$$

Der Radius der Kupferkugel betrug 2,42 cm.

Um *direct* das *äussere* Wärmeleitungsvermögen für *Paraffin* zu bestimmen, wurde die Kupferkugel mit einem dünnen Ueberzug von Paraffin versehen. Zu diesem Zweck wurde die Kupferkugel bis nahezu auf die Schmelztemperatur des Paraffin erwärmt; dann einen Augenblick in heisses Paraffin getaucht und durch Wenden verhütet, dass beim Erkalten das Paraffin sich ungleich dick an der Kugel festsetze. Als Dicke eines solchen Ueberzugs wurde theils durch Messung, theils durch Rechnung gefunden $d = 0{,}28$ mm. — Nach dem Centrum der Kupferkugel gieng ein Loch von 1,5 mm. Durchmesser. In die Kugel waren ausserdem zwei Hacken eingebohrt, um erstere durch letztere wieder am Deckel eines Kupfergefässes auf-

hängen zu können. Die ganze Anordnung zur Bestimmung der nöthigen Temperaturen war dieselbe, wie sie früher beschrieben wurde.

Entsprechend der Formel (23) wurde als Temperatur t und Zeit z irgend ein entsprechendes Werthepaar genommen, als t_1 und z_1 dann gewöhnlich dasjenige Werthepaar, welches 1200 Sec. später auftrat.

In der nachfolgend angegebenen Beobachtungsreihe war die eine Löthstelle eines Thermoelementes (wie immer) nach dem Centrum der Kupferkugel geführt, die andere Löthstelle hingegen wurde in Eis auf der constanten Temperatur $T_u = 0^0$ gehalten. Es bezeichnet z die Zeit, R_1 und R_2 die Ruhelagen des Magneten vor und nach der Ablesung, S die Scalenablesung (beobachteten Ausschlag), A den berechneten Ausschlag, t die aus letzterem berechnete Temperatur, endlich h den nach (23) berechneten Werth des äussern Leitungsvermögens.

z	R_1	S	R_2	A	t°	h
10.52	476	773,4	476,6	297,1	17,9356°	
57	481	744	483	262	15,9030	
11. 2	488,2	725,8	490	237	14,4356	
7	488	704,2	489	215,7	13,1770	
11.12	492,4	690,1	493,6	197,1	12,0728	$2{,}2497.10^{-4}$
17	496,8	677	497,2	180	11,0517	2,0696
11.22	497	659,8	496.2	162,2	9,9832	2,0973
27	492	640,1	491,8	148,2	9,1402	2,0802
11.32	493,8	631	495	136,6	8,4392	2,0363
37	493	618	494,2	125,2	7,7477	2,0200
11.42	497	611,4	497,6	114,2	7,0783	1,9555
47	492,4	598	494	104,8	6,5047	1,9345
11.52	493,6	590	493,4	96,5	5,9966	1,9433
57	492,8	581	493	88,1	5,4817	1,9680
12. 2	498,2	580	498,2	81,8	5,0942	1,8708
7	501,9	578,1	502,3	76,9	4,7362	1,8085

Zur Berechnung von h sind noch folgende Angaben nothwendig:

Für die Kupferkugel $M = 523{,}494$ gr.; für den Paraffinüberzug $M = 2{,}592$ gr.; nach Messungen im physikalischen Laboratorium des eidgen. Polytechnikums für Kupfer $c = 0{,}0925$; für Paraffin $c = 0{,}695$; $O = 4.2{,}42^2\pi$. Wenn daher $z_2 - z_1 = 1200$ genommen wird, so ist nach (23)

$$h = \text{Num. log. } \overline{3}{,}11709 \text{ log. com. } \left(\frac{t - T_u}{t_1 - T_u}\right)$$

Ausserdem waren

$$\alpha = 15{,}86076 \quad ; \quad \beta = 0{,}03859$$

Nach der eben mitgetheilten Beobachtungsreihe ist somit im Mittel, ausgedrückt in Zehntausendsteln und in Cm., Gr., Sec.:

für Temperaturen von	0° bis 5°	5° bis 10°	10° bis 15°
h =	1,808	1,9895	2,25..

In derselben Weise ergaben sich aus den Beobachtungen, die im Temperaturintervall J gemacht wurden, in Zehntausendsteln ausgedrückt

J	0° bis 5°	5° bis 10°	10° bis 15°	15° bis 20°
+18° bis +4,7°	1,808	1,9895	2,25..	
+15 bis +5		1,9895	2,25..	
+19,4 bis +5,8		2,0086	2,2504	
+22,7 bis +6		2,1046	2,1912	2,3454
Mittel		2,0231	2,2354	

Ferner:

J	−10° bis −5°	−5° bis 0°	0° bis +5°
−10,2° bis −5,1°	1,3668		
−9,1 bis −4,4	1,3907	1,4722	
−8 bis −4,6	1,3706		
−10,3 bis −4,5	1,3017		
−11,3 bis −5,1	1,3844		
+1 bis +10			1,9031
−3,1 bis +5,1			1,9014
−0,4 bis +5,2			1,9216
Mittel	1,3628		1,9087

Aus diesen Mittelwerthen folgt, dass mit erster Annäherung für ***Paraffin*** *das äussere Wärmeleitungsvermögen* h *sich ändert* in folgender Weise

$$h = (1{,}6930 + 0{,}0438\,t)\,10^{-4}\left(\begin{matrix}\text{cm.}\\ \text{gr.}\\ \text{sec.}\end{matrix}\right)$$

Es bleibt noch zu bemerken, dass die Kugel auf eine negative constante Anfangstemperatur gebracht wurde durch Anwendung einer Kältemischung aus Schnee und Salz; dass ferner die constanten Temperaturen der Umgebung T_u hergestellt wurden durch Eis und Schnee, oder durch das Wasser in einem etwa 80 Liter haltenden Gefäss, welches Wasser die Temperatur des Zimmers angenommen hatte.

Die Bestimmung von h, also auch von k, für ***Paraffin*** nach der *ersten Methode* geschah folgendermaassen:

Sie erfordert die Herstellung einer Kugel aus Paraffin. Nun hat aber Paraffin die ungewöhnliche Eigenschaft, dass es beim fest werden sich mit einer Menge von Blasen füllt, sobald es in Formen von mehr als 1 Cm. Dicke gegossen wird; — eine Eigenschaft, welche für die beabsichtigten Versuche sehr störend ist. Nach mehreren Versuchen gelang es auf folgendem Wege eine *homogene* Kugel aus Paraffin herzustellen: Ein nahezu kugelförmiges Fläschchen von etwa 6 Cm. Durchmesser und langem Hals wurde mit geschmolzenem, heissem Paraffin ganz gefüllt und dann etwa 30 Minuten auf einer Temperatur von 100° erhalten. Hierauf wurde das Fläschchen etwa 2 Cm. tief in eine Kältemischung von —20° gesenkt. Der herausragende Theil wurde durch die Leuchtgasflamme beständig erwärmt, und so die oberen Schichten des Paraffin ge-

schmolzen erhalten. Nur im tiefsten Theile des Fläschchens wurde das Paraffin langsam fest. Sobald dieses eingetreten war, wurde das Fläschchen tiefer in die Kältemischung getaucht, und dann wieder das fest werden einer neuen Schichte abgewartet, u. s. f. Von Zeit zu Zeit wurde es nöthig, neues flüssiges Paraffin zum Auffüllen nachzuschütten. Die entstandene homogene Masse wurde durch Zerschlagen des Gefässes von diesem befreit, dann durch Abdrehen in Kugelform gebracht, und ein Loch nach dem Centrum gebohrt.

Ein Ring von Nähfaden, der von drei eben solchen Faden an dem Deckel des Kupfergefässes gehalten wurde, trug die Kugel. Die eine Löthstelle eines Thermoelementes gieng wieder nach dem Centrum der Kugel und wurde durch etwas zugegossenes Paraffin hier festgehalten. Die andere Löthstelle aber wurde auf constanter Temperatur T_u erhalten. Eine Löthstelle eines zweiten Thermoelementes wurde etwa $^1/_2$ mm. tief in die Oberfläche der Kugel eingestossen, die andere Löthstelle ebenfalls auf constanter Temperatur T_u erhalten. Die Anordnung war im ganzen die früher angegebene.

Die Bestimmung der Temperatur T_c im Centrum, und t_o der Oberfläche zur Zeit $1^h\ 25^m$ z. B. wurde in folgender Weise ausgeführt: Um $24^m\ 40^s$ (nöthigenfalls $24^m\ 20^s$) wurde R_1 abgelesen, genau um $25^m\ 0^s$ das T_c in Scalentheilen, um $25^m\ 10^s$ das t_o in Scalentheilen, dann T_u, und um $25^m\ 20^s$ das R_2.

Der Radius der Paraffinkugel war

$$R = 2{,}685 \text{ cm.}$$

(später $R = 2{,}51$ Cm.); für die Kugelfläche dicht unter der Oberfläche wurde der Radius angenommen zu

$$r_0 = 2{,}65 \text{ cm.}$$

Noch wurde bestimmt, dass für Paraffin $D = 0{,}818$.

Die zur Berechnung von k und h angeführten Formeln verlangen die Verwendung nur solcher entsprechender Werthe von T und t, für welche $\frac{T}{t} = \text{const.}$ ist. Dieser Quotient ist 45 bis 60 Minuten nach dem Eintauchen der Kugel in T_u so gut wie constant, die Temperatur aber immer noch um so weit von T_u verschieden, dass noch während mehr als einer Stunde entsprechende Werthe von t, T und z bequem bestimmt werden können.

Bei ganz gleicher Behandlung der Beobachtungsreihen mit Paraffin wie beispielsweise für Gneiss ausgeführt wurde, ergab sich in Zehntausendsteln und in den Masseinheiten Cm., Gr., Sec.:

	k_c	k_0	h_c	h_0	mittl. Temp.
	2,1480	2,6125	2,0050	2,4380	+8°
	3,4080	3,3290	1,9060	1,8620	+8
	4,7534	4,8925	1,9664	2,0240	+8
	3,6100	3,5505	2,0374	2,0034	+7,6
	4,6060	4,6120	1,9980	2,0000	+7,3
	2,9297	3,2394	2,1242	2,3483	+6,1
Mittel	3,4007	3,7060	2,0580	2,0845	+7,6
Ferner:					
	3,544	3,640	1,867	1,917	+2°
Ferner:					
	1,5966	1,4360	1,4560	1,3100	−3,3°
	1,8965	1,4922	1,0220	0,7595	−3,5
	1,5207	1,5581	1,7260	1,7684	−5
	1,2522	0,7674	1,6354	1,0023	−8,4
Mittel	1,5665	1,3134	1,4598	1,2150	−5,05

Da die Messung der Temperatur am Centrum eine sicherere war, und weil jene Temperaturen durch äussere Einflüsse, z. B. Wasserdämpfe nicht so gestört werden konnten wie die Temperaturen der Oberfläche, so verdienen die Werthe k_c und h_c mehr Zutrauen als die Werthe

h_o und k_o. Ersterer Werth von h stimmt auch besser überein mit dem direct gefundenen Werth.

Aus den gefundenen Mittelwerthen folgt, *dass für Paraffin sowohl das* ***innere*** *als auch das* ***äussere*** *Wärmeleitungsvermögen mit der Temperatur* ***veränderlich*** *ist;* und zwar ist in erster Annäherung

$$h = (1{,}697 + 0{,}0475\,t).10^{-4} \left(\begin{matrix}\text{cm.}\\ \text{gr.}\\ \text{sec.}\end{matrix}\right)$$

$$k = (2{,}294 + 0{,}1455\,t).10^{-4}$$

Die Veränderlichkeit der inneren Wärmeleitung ist bei Paraffin also etwa das dreifache der äusseren Veränderlichkeit.

Die oben angeführte directe Bestimmung von h ergab

$h = 1{,}3628$ für Temperaturen zwischen $-10°$ und $-5°$

$h = 1{,}9087$ „ „ „ $+5°$ und $+10°$

Für jeden der beiden Körper Gneiss und Paraffin ist die Veränderlichkeit der Wärmeleitungsvermögen mit der Temperatur sehr deutlich ausgesprochen. Da ausserdem die Körper von sehr verschiedener Natur sind, so ist wohl anzunehmen, dass *im allgemeinen das Wärmeleitungsvermögen eine Function der Temperatur ist.* Zahlreiche mit andern Stoffen vorgenommene Versuche haben indessen dieses noch zu bestätigen.

Nachdem einmal festgestellt ist, dass k und h Functionen der Temperatur sind, so sind die Differentialgleichungen (1) und (2) entsprechend zu ändern, und auch zu berücksichtigen, dass die specifische Wärme c und die Dichte D verschieden sind bei verschiedenen Temperaturen. Dann ergiebt sich die weitere Aufgabe, diese neuen Differentialgleichungen zu integriren.

Einleitung in die Hydrodynamik

von

Jacob Müller.

Bearbeitet und herausgegeben von L. Henneberg.

(Schluss.)

3.

Die Geschwindigkeiten der Translationen und Rotationen in einer incompressibeln Flüssigkeit haben die Eigenschaft, dass, sobald die Translationen u, v, w allein vorkommen

$$\frac{\partial v}{\partial z} = \frac{\partial w}{\partial y}, \quad \frac{\partial w}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial z}, \quad \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial v}{\partial x},$$

und dass, sobald die Rotationen ξ, η, ζ allein vorhanden sind

$$\frac{\partial \eta}{\partial z} = \frac{\partial \zeta}{\partial y}, \quad \frac{\partial \zeta}{\partial x} = \frac{\partial \xi}{\partial z}, \quad \frac{\partial \xi}{\partial y} = \frac{\partial \eta}{\partial x},$$

wobei die Differentiationen auf unendlich kleine Grössen zweiter Ordnung bezogen sind. Es sollen umgekehrt diese Relationen durchweg gelten, d. h. mag die Differentiation auf unendlich kleine Grössen erster oder zweiter Ordnung bezogen werden. Dann können jedenfalls keine Rotationen oder keine Translationen, für welche nicht die Gleichungen (3.) des vorigen Abschnittes bestehen, vorkommen.

Die obigen Gleichungen drücken aus, dass im ersten Falle u, v, w, im zweiten ξ, η, ζ als die partiellen Differentialquotienten einer Function der Coordinaten aufgefasst werden können

$$u = \frac{\partial \varphi}{\partial x}, \quad v = \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \quad w = \frac{\partial \varphi}{\partial z},$$

$$\xi = \frac{\partial \psi}{\partial x}, \quad \eta = \frac{\partial \psi}{\partial y}, \quad \zeta = \frac{\partial \psi}{\partial z}.$$

Diese beiden Functionen φ und ψ werden infolge der Relationen

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0,$$

$$\frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \zeta}{\partial z} = 0$$

an die Bedingungen

$$\Delta \varphi = 0, \qquad \Delta \psi = 0$$

geknüpft sein.

Sind also die Geschwindigkeitscomponenten der Translation oder Rotation die partiellen Differentialquotienten einer Function der Coordinaten, so kommen nur Translationen oder nur Rotationen (d. h. abgesehen von einer Bewegung, bei welcher keine Rotationen stattfinden) vor.

Diese Functionen φ und ψ werden als die Geschwindigkeitspotentiale und die Flächen φ = const. und ψ = const. als Niveauflächen bezeichnet. Ebenso wie sich oben herausstellte, dass bei einem Potentiale φ von Massen die resultirende Kraft mit der Normale der Niveaufläche zusammenfällt und die Grösse $\frac{\partial \varphi}{\partial n}$ besitzt, so wird sich auch hier ergeben, dass die resultirende Geschwindigkeit resp. die Richtung der Rotationsaxe normal zur Fläche φ = const. resp. ψ = const. steht und dass die resultirende Geschwindigkeit die Grösse $\frac{\partial \varphi}{\partial n}$ resp. $\frac{\partial \psi}{\partial n}$ besitzt. Die Linien, welche überall senkrecht zur Niveaufläche des Geschwindigkeitspotentiales stehen, also mit der Richtung

der Strömung oder der Rotationsaxe zusammenfallen, werden beziehlich Stromlinien oder Wirbellinien genannt.

Es sollen im Folgenden die Consequenzen der Existenz eines Geschwindigkeitspotentiales entwickelt werden. Es ist hierzu die Herleitung eines allgemeinen für alle derartigen Untersuchungen dienenden Theoremes erforderlich.

Es seien U und V zwei Functionen der Coordinaten x, y, z, die innerhalb eines gegebenen zusammenhängenden Bereiches überall einwerthig, stetig und endlich sind nebst den ersten Differentialquotienten. Dann ist

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(U\frac{\partial V}{\partial x}\right) = \frac{\partial U}{\partial x}\frac{\partial V}{\partial x} + U\frac{\partial^2 V}{\partial x^2},$$
$$\frac{\partial}{\partial y}\left(U\frac{\partial V}{\partial y}\right) = \frac{\partial U}{\partial y}\frac{\partial V}{\partial y} + U\frac{\partial^2 V}{\partial y^2},$$
$$\frac{\partial}{\partial z}\left(U\frac{\partial V}{\partial z}\right) = \frac{\partial U}{\partial z}\frac{\partial V}{\partial z} + U\frac{\partial^2 V}{\partial z^2}.$$

Die Summe dieser drei Gleichungen multiplicirt mit dem Volumenelement $d\tau = dx\,dy\,dz$ und integrirt über den ganzen Raum ergibt

$$\iiint\left(\frac{\partial U}{\partial x}\frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial y}\frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial U}{\partial z}\frac{\partial V}{\partial z}\right)d\tau = -\iiint U\,\Delta V\,d\tau$$
$$+\iiint\left\{\frac{\partial}{\partial x}\left(U\frac{\partial V}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(U\frac{\partial V}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(U\frac{\partial V}{\partial z}\right)\right\}dx\,dy\,dz.$$

Das letzte Integral rechts lässt sich sofort in ein Oberflächenintegral verwandeln. Bezeichnet $d\sigma$ das Oberflächenelement und n die nach Innen gerichtete Normale, so ist

$$\iiint\frac{\partial}{\partial x}\left(U\frac{\partial V}{\partial x}\right)dx\,dy\,dz = -\iint U\frac{\partial V}{\partial x}\cos(n\,x)\,d\sigma,$$

$$\iiint\frac{\partial}{\partial y}\left(U\frac{\partial V}{\partial y}\right)dx\,dy\,dz = -\iint U\frac{\partial V}{\partial y}\cos(n\,y)\,d\sigma,$$

$$\iiint \frac{\partial}{\partial z}\left(U\frac{\partial V}{\partial z}\right) dx\,dy\,dz = -\iint U\frac{\partial V}{\partial z}\cos(n\,z)\,d\sigma.$$

Demnach wird

$$\iiint\left(\frac{\partial U}{\partial x}\frac{\partial V}{\partial x}+\frac{\partial U}{\partial y}\frac{\partial V}{\partial y}+\frac{\partial U}{\partial z}\frac{\partial V}{\partial z}\right)d\tau = -\iiint U\,\Delta\,V\,d\tau$$

$$-\iiint U\left(\frac{\partial V}{\partial x}\cos(nx)+\frac{\partial V}{\partial y}\cos(ny)+\frac{\partial V}{\partial z}\cos(nz)\right)d\sigma$$

oder

$$\iiint\left(\frac{\partial U}{\partial x}\frac{\partial V}{\partial x}+\frac{\partial U}{\partial y}\frac{\partial V}{\partial y}+\frac{\partial U}{\partial z}\frac{\partial V}{\partial z}\right)d\tau = -\iiint U\,\Delta\,V\,d\tau$$

$$-\iint U\frac{\partial V}{\partial n}\,d\sigma. \quad (a.)$$

Da die linke Seite dieser Gleichung sich bei Vertauschung von U mit V nicht ändert, so muss sein

$$\iiint U\Delta V\,d\tau+\iint U\frac{\partial V}{\partial n}\,d\sigma = \iiint V\Delta U\,d\tau+\iint V\frac{\partial U}{\partial n}\,d\sigma, \quad (b.)$$

in welcher Gleichung wie überall die dreifachen Integrale über das ganze Innere und die zweifachen Intregale über die ganze Oberfläche des gegebenen Raumes auszudehnen sind.

Die Gleichungen (*a.*) und (*b.*) bilden das gesuchte Green'sche Theorem.

Die gewonnenen Relationen sollen dazu verwandt werden, eine Anzahl Sätze über eine Function, welche der Bedingung $\Delta U = 0$ genügt, und damit eine Reihe merkwürdiger Eigenschaften der behandelten Translations- und Rotationsbewegungen herzuleiten.

Setzt man zunächst in (*b.*) V = const. und nimmt ferner an, dass $\Delta U = 0$, so bekommt man

$$\iint \frac{\partial U}{\partial n}\,d\sigma = 0. \quad (c.)$$

Es sei $U = \varphi$ das Potential einer Translationsbewegung und das Intregal über eine Niveaufläche $\varphi = \text{const.}$ ausgedehnt. Dann ist $\frac{\partial \varphi}{\partial n}$ die Resultante der Translationsgeschwindigkeit, $\frac{\partial \varphi}{\partial n}\, d\sigma$ somit das Volumen der durch das Flächenelement $d\sigma$ eintretenden Flüssigkeit und (*c.*) sagt aus, dass in einen von einer Niveaufläche begrenzten Raum ebensoviel Flüssigkeit eintritt wie austritt, ein Satz, der wegen der vorausgesetzten Incompressibilität von vornherein als evident erscheint.

Wird dagegen $V = \psi$ in (*c.*) eingesetzt und das Intregal über eine Niveaufläche des Rotationspotentiales ψ ausgedehnt, so ist

$$\frac{\partial \psi}{\partial n} = \sqrt{\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2}$$

die resultirende Geschwindigkeit der Rotation und (*c.*) liefert den Satz

$$\iint \sqrt{\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2}\; d\sigma = 0. \qquad (1.)$$

Man nehme nun nicht das ganze Niveau, sondern nur ein unendlich kleines Element q desselben, lege durch alle Puncte seines Umfanges die zu den Flächen $U = \text{const.}$ senkrechten Linien und führe letztere bis zu einem zweiten Niveau innerhalb des ersten. So erhält man eine geschlossene cylindrische Fläche von unendlich kleinem Querschnitte und die Gleichung (*c.*) gibt für sie sofort

$$\left(\frac{\partial U}{\partial n}\right)_1 q_1 = \left(\frac{\partial U}{\partial n}\right)_2 q_2, \qquad (2.)$$

wobei die Indices sich auf die Querschnitte beziehen.

Diese Relation ist auf die Geschwindigkeiten der Translation und Rotation, die ein Potential haben, übertragbar. Die Linien, deren Richtung überall zum Potentialniveau

senkrecht steht, sind dann die Stromlinien und Wirbellinien. Die unendlich dünnen Fäden der Flüssigkeit, welche durch zwei Elemente je eines Potentialniveau und die durch deren Umfang gehenden Strom- oder Wirbellinien begrenzt sind, heissen Strom- oder Wirbelfäden. Daher sagt die Gleichung (2):

Bei Translationen mit einem Geschwindigkeitspotential ist das Product aus der Stromgeschwindigkeit in den Querschnitt des Stromfadens über die ganze Länge des letzteren constant.

Bei Rotationen mit einem Geschwindigkeitspotential ist das Product aus der Rotationsgeschwindigkeit in den Querschnitt des Wirbelfadens über die ganze Länge des letzteren constant.

Ferner ergibt sich aus der Formel (*c.*) sofort, dass Strom- wie Wirbelfäden in der Flüssigkeit nicht endigen können. Denn endigte ein solcher Faden in der Flüssigkeit, so brauchte man nur ein Endstück von ihm abzuschneiden, und es würde dann das über dasselbe ausgedehnte Integral $\iint \frac{\partial U}{\partial n} d\sigma$, da nur der eine Querschnitt einen Beitrag liefert, nothwendig entgegen der Formel (*c.*) einen endlichen Werth bekommen.

Die Gleichung (*c.*) kann noch zu einer weiteren Folgerung benützt werden. Sie liefert den Satz, dass die Function U, welche der Gleichung $\Delta U = O$ genügt, in dem ganzen Raume weder Maxima noch Minima besitzen kann. Denn existirte in einem Puncte ein solcher Grenzwerth, so würde in einer unendlich kleinen um ihn gelegten Fläche U entweder einen kleineren oder einen grösseren Werth haben. Dann aber müsste $\frac{\partial U}{\partial n}$ in allen Puncten dieser Fläche das-

selbe Vorzeichen erhalten und es könnte also die Gleichung (*c.*) nicht erfüllt sein.

Aus diesem Satze folgt, dass die Function U, sobald sie in allen Puncten einer geschlossenen Fläche denselben Werth hat, diesen nämlichen Werth im ganzen Innern besitzen muss. Denn wäre diess nicht der Fall, so müsste es Maxima oder Minima in diesem Raume geben, was nicht möglich ist.

Wird aus dem gegebenen Gebiete ein von zwei concentrischen Kugelflächen mit den Radien a und c $(a > c)$ begrenzter Raum geschnitten und auf denselben die Gleichung (*b.*) angewandt, so ergibt sich unter der Annahme $\Delta U = 0$, $V = \frac{1}{r}$ bei Berücksichtigung der Gleichung (*c.*)

$$\frac{1}{a^2}\iint U\, d\sigma = \frac{1}{c^2}\iint U\, d\sigma,$$

wo das Intregal auf der linken Seite über die Kugelfläche mit dem Radius a, das auf der rechten über diejenige mit dem Radius c zu erstrecken ist. Geht man nun zur Grenze $c = 0$ über, so wird die rechte Seite $4\pi U_0$, wenn U_0 den Werth von U im Mittelpunct der Kugel mit dem Radius a bedeutet. Man hat somit den Satz

$$U_0 = \frac{1}{4\pi a^2}\iint U\, d\sigma$$

d. h. das arithmetische Mittel aus den Werthen von U auf der Oberfläche einer Kugel ist gleich demjenigen Werth, welchen U im Centrum derselben annimmt.

Aus diesem Satze folgt, dass U in dem ganzen Raume constant ist, sobald diess in einem endlichen Theile der Fall ist. Denn wäre U nicht constant, so könnte man sich immer eine Kugel construiren, deren Mittelpunct in dem

Gebiete liegt, für welches $U = \text{const.}$ ist, die ferner aus diesem Gebiete heraustritt und an diesen äusseren Stellen überall einen grösseren oder kleineren Werth als im Inneren besitzt. Für eine solche Kugel könnte dann der Satz nicht erfüllt sein.

Es ergibt sich hieraus für die Flüssigkeitsbewegungen mit Potential, dass keine derartigen Bewegungen in dem ganzen Raume stattfinden, sobald in einem endlichen Theile keine vorhanden sind.

Eine analoge Schlussreihe folgt aus der Form (α.) des Green'schen Satzes. Wird nämlich in derselben $U = V$ gesetzt unter der gleichzeitigen Annahme $\Delta U = 0$, so ergibt sich

$$\iiint \left\{ \left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial z}\right)^2 \right\} d\tau = - \iint U \frac{\partial U}{\partial n} \, d\sigma .$$

Verschwindet nun an der Oberfläche überall der Differentialquotient $\frac{\partial U}{\partial n}$, so muss

$$\iiint \left\{ \left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial z}\right)^2 \right\} d\tau = 0$$

sein, was nur möglich ist, wenn im ganzen eingeschlossenen Raume

$$\frac{\partial U}{\partial x} = 0, \qquad \frac{\partial U}{\partial y} = 0, \qquad \frac{\partial U}{\partial z} = 0.$$

Diese Gleichungen liefern für die Flüssigkeitsbewegungen mit Geschwindigkeitspotential das interessante Resultat, dass im ganzen Inneren der Flüssigkeit keine Translationen oder Rotationen vorkommen, sobald an der Oberfläche keine vorhanden sind. Jede dieser Bewegungen ist also nothwendig mit einer entsprechenden Bewegung an der Oberfläche verbunden.

Aus dem letzten für U hergeleiteten Satze folgt

weiter, dass U im ganzen Inneren des Raumes durch die Werthe von $\frac{\partial U}{\partial n}$ an der Oberfläche bestimmt ist. Denn existirten zwei Functionen U_1 und U_2, welche beide der Gleichung $\Delta u = 0$ genügen und für welche an der Oberfläche

$$\frac{\partial U_1}{\partial n} = \frac{\partial U_2}{\partial n}$$

ist, so würde die Differenz $U_1 - U_2$ ebenfalls die Gleichung $\Delta U = 0$ erfüllen und es müsste für sie an der Oberfläche $\frac{\partial (U_1 - U_2)}{\partial n} = 0$ werden. Daraus würde aber folgen, dass im ganzen Inneren

$$\frac{\partial (U_1 - U_2)}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial (U_1 - U_2)}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial (U_1 - U_2)}{\partial z} = 0,$$

also

$$U_1 = U_2 + \text{const.}$$

ist.

Auf die Flüssigkeitsbewegungen mit Geschwindigkeitspotential übertragen heisst diess, dass durch die Translationen oder Rotationen an der Oberfläche die ganze Translations- oder Rotationsbewegung im Inneren der Flüssigkeit bestimmt ist.

Alle diese Sätze beruhen auf der Voraussetzung, dass die Potentiale der Translations- und Rotationsgeschwindigkeiten Functionen der Coordinaten x, y, z seien, die nebst den ersten Differentialquotienten den Gesetzen der Endlichkeit, Stetigkeit und Eindeutigkeit genügen, weil sonst das Green'sche Theorem nicht mehr anwendbar sein würde. Enthalten diese Functionen auch die Zeit als Variabele, so beziehen sich die entwickelten Sätze nur auf einen Moment.

4.

Die Geschwindigkeiten der Translation und Rotation wurden im vorhergehenden Abschnitte als Functionen des Ortes vorausgesetzt, welche der Eigenschaft des Potentiales genügen. Es wurde also angenommen, dass in der ganzen Flüssigkeit entweder nur Translationen oder nur Rotationen vorkommen. Jetzt soll der Fall betrachtet werden, in dem beide Bewegungen existiren, die eine derselben aber nur in einzelnen Flüssigkeitstheilchen vorhanden ist. Es frägt sich dann zunächst, in welcher Weise sind diese rotirenden oder strömenden Flüssigkeitstheilchen zu einander geordnet? Zur Beantwortung dieser Frage dient ein allgemeiner Satz, der hier entwickelt werden soll.

Es seien X, Y, Z irgend welche Functionen der Coordinaten x, y, z, die nebst den ersten Ableitungen in einem gegebenen Raume einwerthig, stetig und endlich sind. Dann ist

$$\iiint \left(\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z}\right) dx\, dy\, dz =$$

$$-\iint d\sigma \,(X\cos(nx) + Y\cos(ny) + Z\cos(nz)), \quad (a.)$$

wo $d\sigma$ das Oberflächenelement des Raumes bedeutet. Fasst man X, Y, Z auf als die Componenten der Geschwindigkeit des Punctes x, y, z, so ergibt sich für die Resultante

$$R = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

und X, Y, Z nehmen die Form an

$$X = R\cos(Rx), \qquad Y = R\cos(Ry), \qquad Z = R\cos(Rz).$$

Die rechte Seite der Gleichung $(a.)$ wird daher

$$\iint d\sigma\, R\cos(Rn).$$

Die Functionen X, Y, Z mögen nun der Bedingung genügen

$$\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} = 0.$$

Dann wird die linke Seite von (*a.*) verschwinden und es muss somit sein

$$\iint d\sigma \; R \cos(Rn) = 0. \qquad (b.)$$

Diese Gleichung soll auf die Rotations- und Translationsgeschwindigkeiten angewandt werden, die in einer incompressibeln Flüssigkeit als solche Functionen X Y, Z der Coordinaten vorgeschrieben sind. Hierbei soll jedoch diejenige Bewegung, welche nur in einzelnen Theilen des Raumes vorhanden ist, in Flüssigkeitsfäden angeordnet (Strom- oder Wirbelfäden) gedacht werden.

Würde ein solcher Faden innerhalb der Flüssigkeit endigen, so könnte man immer in der Flüssigkeit eine geschlossene Fläche construiren, über welche das Intregal (*b.*) nicht verschwände. Eine solche Fläche brauchte z. B. nur ausserhalb des Fadens kugelig zu verlaufen und mit einem cylindrischen Fortsatz in den Faden hinein zu ragen; das Ende des Fortsatzes, das immer rechtwinklig zu der gekrümmten Seitenfläche angenommen werden kann, würde dann allein einen endlichen Term in dem Intregale liefern und letzteres also nicht, wie es die Formel (*b.*) vorschreibt, verschwinden können. Partielle Rotationen und Strömungen müssen daher so angeordnet sein, dass jeder Faden entweder in der Oberfläche endigt oder in der Flüssigkeit in sich selbst zurückläuft. Eine derartige Anordnung soll im Folgenden immer vorausgesetzt sein. Die vorhandenen Wirbel- und Stromfäden entsprechen ihrer Construction gemäss ganz den gleichnamigen Fäden des vorigen

Abschnittes, nur dass die letzteren die Flüssigkeit stetig erfüllen, während die jetzigen isolirt in derselben vorkommen. Aus dieser Analogie entsteht die Frage, ob hier Rotations- und Stromgeschwindigkeit ebenfalls in einer Beziehung zum Querschnitt des Fadens stehn, wie sie sich dort herausstellte.

Diese zweite Frage beantwortet die nämliche Gleichung (*b.*), wenn dieselbe auf ein Stück eines Fadens angewandt wird, das von zwei zu seiner Richtung senkrechten Querschnitten begrenzt wird. Für alle Theile der gekrümmten Oberfläche dieses Stückes ist $\cos(R\,n) = O$, für den einen Querschnitt q_1 an dem die Geschwindigkeit R den Werth R_1 haben möge, ist $\cos(R_1\,n) = +1$, für den andern Querschnitt q_2 mit der Geschwindigkeit R_2 ist dagegen $\cos(R_2\,n) = -1$ und es muss somit sein

$$R_1\,q_1 = R_2\,q_2\,, \qquad (1.)$$

d. h. Das Product aus der Rotationsgeschwindigkeit in den Querschnitt des Wirbelfadens oder das Product aus der Stromgeschwindigkeit in den Querschnitt des Stromfadens ist über die ganze Länge des Fadens constant.

Der nämliche Satz wurde oben für die die Flüssigkeit continuirlich erfüllenden Wirbelfäden und Stromfäden unter der Voraussetzung von Potentialen hergeleitet. Dagegen werden die anderen Sätze, die sich auf die Bestimmung der Bewegung im Inneren aus derjenigen an der Oberfläche beziehen, wegfallen, resp. sie werden nur für einen solchen Raum gelten, der aus dem gegebenen Raume durch Ausschliessung der einzelnen Wirbel- oder Stromfäden entsteht.

Die Componenten u, v, v der Translationsgeschwindigkeit oder die der Rotationsgeschwindigkeit ξ, η, ζ sind in dem vorliegenden Falle Functionen der Coordinaten x, y, z.

Wie müssen dieselben beschaffen sein, damit in einzelnen Fäden Rotationen oder Translationen auftreten, während sonst solche in endlicher Grösse nicht vorkommen? Diese Frage ist für die Rotationen schon durch die Formeln (2'.) des zweiten Abschnittes beantwortet. Vortheilhafter ist jedoch die folgende Lösung:

Die Componenten u, v, w der Translationsgeschwindigkeit haben in der ganzen Flüssigkeit die Bedingung zu erfüllen

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0; \quad (l.)$$

ausserdem muss sein

$$\frac{\partial v}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial y} = 2\xi, \quad \frac{\partial w}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial z} = 2\eta, \quad \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x} = 2\zeta, \quad (m.)$$

wo die Grössen ξ, η, ζ an den Orten, an denen Wirbelbewegungen stattfinden, die gegebenen Werthe annehmen, während sie sonst überall verschwinden. Wo Werthe von ξ, η, ζ vorhanden sind, genügen sie der allgemeinen Gleichung

$$\frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \zeta}{\partial z} = 0. \quad (n.)$$

Diese drei Gleichungen können befriedigt werden durch die Annahme

$$\left.\begin{aligned} u &= \frac{\partial M}{\partial z} - \frac{\partial N}{\partial y}, \\ v &= \frac{\partial N}{\partial x} - \frac{\partial L}{\partial z}, \\ w &= \frac{\partial L}{\partial y} - \frac{\partial M}{\partial x}, \end{aligned}\right\} \quad (2.)$$

wo

$$\left.\begin{aligned} L &= -\frac{1}{2\pi}\iiint \frac{\xi}{r}\, da\, db\, dc, \\ M &= -\frac{1}{2\pi}\iiint \frac{\eta}{r}\, da\, db\, dc, \\ N &= -\frac{1}{2\pi}\iiint \frac{\zeta}{r}\, da\, db\, dc \end{aligned}\right\} \qquad (2'.)$$

und die Intregale über den Raum, in welchem Wirbelbewegungen vorkommen, zu erstrecken sind.

Dass durch (2.) und (2'.) die Bedingungsgleichung (*l.*) erfüllt ist, stellt sich bei Differentiation von (2.) sofort heraus. Die Gültigkeit der Gleichungen (*m.*) ergibt sich auf folgende Weise:

Bei Differentiation von (2.) erhält man unter Berücksichtigung der Differentialgleichungen $\Delta L = -2\xi$, $\Delta M = -2\eta$, $\Delta N = -2\zeta$, denen die Functionen L, M, N genügen,

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial y} &= 2\xi + \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial L}{\partial x} + \frac{\partial M}{\partial y} + \frac{\partial N}{\partial z}\right), \\ \frac{\partial w}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial z} &= 2\eta + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial L}{\partial x} + \frac{\partial M}{\partial y} + \frac{\partial N}{\partial z}\right), \\ \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x} &= 2\zeta + \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial L}{\partial x} + \frac{\partial M}{\partial y} + \frac{\partial N}{\partial z}\right) \end{aligned}$$

und es werden daher jedenfalls die Gleichungen (*m.*) befriedigt, sobald in der ganzen Flüssigkeit

$$\frac{\partial L}{\partial x} + \frac{\partial M}{\partial y} + \frac{\partial N}{\partial z} = 0.$$

Es ist nun

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial x} &= \frac{1}{2\pi}\iiint \frac{\xi\,(a-x)}{r^3}\, da\, db\, dc, \\ \frac{\partial M}{\partial y} &= \frac{1}{2\pi}\iiint \frac{\eta\,(b-y)}{r^3}\, da\, db\, dc, \end{aligned}$$

$$\frac{\partial N}{\partial z} = \frac{1}{2\pi}\iiint \frac{\xi\,(c-z)}{r^3}\,da\,db\,dc$$

oder bei Anwendung der Methode der theilweisen Integration

$$\frac{\partial L}{\partial x} = \frac{1}{2\pi}\iint \frac{\xi}{r}\,db\,dc - \frac{1}{2\pi}\iiint \frac{1}{r}\,\frac{\partial \xi}{\partial a}\,da\,db\,dc,$$

$$\frac{\partial L}{\partial y} = \frac{1}{2\pi}\iint \frac{\eta}{r}\,da\,dc - \frac{1}{2\pi}\iiint \frac{1}{r}\,\frac{\partial \eta}{\partial b}\,da\,db\,dc,$$

$$\frac{\partial L}{\partial z} = \frac{1}{2\pi}\iint \frac{\zeta}{r}\,da\,db - \frac{1}{2\pi}\iiint \frac{1}{r}\,\frac{\partial \zeta}{\partial c}\,da\,db\,dc.$$

Die Summe der drei ersten Terme dieser Gleichungen verschwindet nach der Gleichung (*b.*) und die Summe der drei letzten Terme nach Gleichung (*n.*), da je die Differentiation nach a, b, c hier identisch ist mit der nach x, y, z in (*n.*). Durch (2.) und (2′.) ist somit wirklich eine particuläre Flüssigkeitsbewegung für den Fall, dass in einzelnen Theilen vorgeschriebene Wirbelbewegungen stattfinden, dargestellt. Wie dies im zweiten Abschnitt geschehen ist, so lässt sich auch hier wieder zeigen, dass die allgemeine Flüssigkeitsbewegung sich von der vorliegenden nur durch eine solche Bewegung unterscheidet, bei welcher keine Rotationen vorhanden sind *).

Die mechanische Bedeutung von (2.) und (2′.) ergibt sich in folgender Weise: Werden die Werthe von L, M, N aus (2′.) in (2.) eingesetzt und die unendlich kleinen Theile von u, v, w, welche in den Integralen von dem Elemente $da\,db\,dc$ herrühren, mit du, dv, dw bezeichnet, so ist

$$du = \frac{1}{2\pi}\,\frac{(c-z)\,\eta - (b-y)\,\zeta}{r^3}\,da\,db\,dc,$$

$$dv = \frac{1}{2\pi}\,\frac{(a-x)\,\zeta - (c-z)\,\xi}{r^3}\,da\,db\,dc,$$

*) Kirchhoff, Analytische Mechanik pag. 251.

$$dw = \frac{1}{2\pi} \frac{(b-y)\xi - (a-x)\eta}{r^3} da\, db\, dc.$$

Aus diesen Gleichungen geht nun hervor, dass

$$du(a-x) + dv(b-y) + dw(c-z) = 0,$$
$$\xi\, du + \eta\, dv + \zeta\, dw = 0$$

d. h. dass die Resultirende dp von du, dv, dw sowohl mit r, wie mit der Resultirenden q von ξ, η, ζ einen rechten Winkel bildet. Endlich ist

$$dp = \sqrt{du^2 + dv^2 + dw^2} = \frac{da\, db\, dc}{2\pi r^2} q \sin \nu,$$

wo r durch die Gleichung bestimmt ist

$$\cos \nu = \frac{a-x}{r}\frac{\xi}{q} + \frac{b-y}{r}\frac{\eta}{q} + \frac{c-z}{r}\frac{\zeta}{q},$$

also den Winkel zwischen q und r bedeutet. Man hat somit den Satz:

Jedes rotirende Wassertheilchen a bedingt in jedem anderen Theilchen b derselben Wassermasse eine Translationsgeschwindigkeit, welche senkrecht gegen die durch die Rotationsaxe von a und das Theilchen b gelegte Ebene steht. Die Grösse dieser Geschwindigkeit ist direct proportional dem Volumen von a, seiner Rotationsgeschwindigkeit und dem Sinus des Winkels zwischen der Linie ab und der Rotationsaxe, umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung der beiden Theilchen.

Es soll jetzt in entsprechender Weise untersucht werden, wie die Rotationen ξ, η, ζ beschaffen sein müssen, damit in gegebenen Fäden Ströme entstehen, während sonst solche in endlicher Grösse nirgends vorkommen.

Die Componenten ξ, η, ζ der Rotation haben überall die Identität zu erfüllen, dass

$$\frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \zeta}{\partial z} = 0. \qquad (l'.)$$

Ferner ergibt sich

$$\frac{\partial\eta}{\partial z}-\frac{\partial\zeta}{\partial y}=-\frac{\Delta u}{2},\quad \frac{\partial\zeta}{\partial x}-\frac{\partial\xi}{\partial z}=-\frac{\Delta v}{2},\quad \frac{\partial\xi}{\partial y}-\frac{\partial\eta}{\partial x}=-\frac{\Delta w}{2}\qquad (m'.)$$

und die Grössen Δu, Δv, Δw werden an die Bedingung geknüpft sein

$$\frac{\partial\,\Delta u}{\partial x}+\frac{\partial\,\Delta v}{\partial y}+\frac{\partial\,\Delta w}{\partial z}=0.\qquad (n'.)$$

Von diesen Gleichungen lässt sich sofort ein particuläres Integral angeben, nämlich

$$\left.\begin{aligned}\xi_1&=\frac{\partial N}{\partial y}-\frac{\partial M}{\partial z},\\ \eta_1&=\frac{\partial L}{\partial z}-\frac{\partial N}{\partial x},\\ \zeta_1&=\frac{\partial M}{\partial x}-\frac{\partial L}{\partial y}\end{aligned}\right\}\qquad (3.)$$

wo

$$\left.\begin{aligned}L&=-\frac{1}{8\pi}\iiint\frac{\Delta u}{r}\,da\,db\,dc,\\ M&=-\frac{1}{8\pi}\iiint\frac{\Delta v}{r}\,da\,db\,dc,\\ N&=-\frac{1}{8\pi}\iiint\frac{\Delta w}{r}\,da\,db\,dc\end{aligned}\right\}\qquad (3'.)$$

und die Integrale über diejenigen Theile des Raumes auszudehnen sind, in welchen sich Stromfäden befinden.

Existirte nun ausser diesem particulären Integrale ein zweites ξ_2, η_2, ζ_2, so würde durch die Differenzen $\xi_3=\xi_1-\xi_2$, $\eta_3=\eta_1-\eta_2$, $\zeta_3=\zeta_1-\zeta_2$ ebenfalls eine Flüssigkeitsbewegung dargestellt sein und es müsste nach den Gleichungen $(m'.)$ dieselbe ein Rotationspotential besitzen.

$$\xi_3=\frac{\partial\psi}{\partial x},\quad \eta_3=\frac{\partial\psi}{\partial y},\quad \zeta_3=\frac{\partial\psi}{\partial z}.$$

Aus den Gleichungen (*m.*), welche überall, wo Strömungen vorhanden sind, gelten, folgt nun, dass in den Stromfäden $\xi_3 = 0$, $\eta_3 = 0$, $\zeta_3 = 0$, somit $\psi = \text{const.}$ sein wird. Es muss daher ψ in dem ganzen Gebiete einen constanten Werth haben. Ausser der durch (3.) und (3'.) beschriebenen Bewegung wird deshalb keine weitere möglich sein.

Die Gleichungen (3.) und (3'.) lassen sich in ähnlicher Weise wie (2.) und (2'.) mechanisch deuten. Diese Deutungen sind natürlich entsprechend complicirter, da in (3'.) nicht die Grössen u, v, w, sondern die Verbindungen Δu, Δv, Δw auftreten.

Besitzt die Translationsbewegung an den Stellen, an welchen eine solche vorhanden ist, ein Potential, so ist überall $\Delta u = 0$, $\Delta v = 0$, $\Delta w = 0$, somit $L = 0$, $M = 0$, $N = 0$ und daher auch $\xi = 0$, $\eta = 0$, $\zeta = 0$. Es folgt somit der Satz: Hat die Translationsbewegung ein Potential, so können nirgends in der Flüssigkeit Wirbelbewegungen auftreten, also auch dort nicht, wo gar keine Translationen existiren.

5.

Alle die Relationen des vorigen Abschnittes beziehen sich auf einen Zeitmoment. In einem Momente ist das Product aus Rotationsgeschwindigkeit in den Querschnitt des Wirbelfadens constant. Es muss nun untersucht werden, wie sich diese Producte zu verschiedenen Zeiten verhalten, wobei jedoch vorausgesetzt werden soll, dass die Wirbelfäden stets aus den nämlichen Flüssigkeitstheilchen gebildet seien. Auf die Flüssigkeit bezogen wird dann der Wirbelfaden explicite von der Zeit nicht abhängen, sondern nur von der in den Coordinaten implicite enthaltenen Zeit;

auf die Raumtheilchen bezogen wird dagegen der Faden explicite ebenfalls von der Zeit abhängen, da er an demselben Orte entsteht und verschwindet. Sind also φ und ψ zwei Functionen, welche gleich Null gesetzt eine Wirbellinie darstellen, so sind die Variabeln derselben, sobald sie auf die Flüssigkeitstheilchen bezogen werden, x, y, z (Grössen die allerdings wieder von t abhängen), sobald sie aber auf die Raumtheilchen sich beziehen x, y, z, t, wobei dann aber x, y, z von t unabhängig sind.

Zunächst sollen $\varphi = 0$ und $\psi = 0$ eine flüssige Wirbellinie darstellen. Dann ist

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} dx + \frac{\partial \varphi}{\partial y} dy + \frac{\partial \varphi}{\partial z} dz = 0,$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} dx + \frac{\partial \psi}{\partial y} dy + \frac{\partial \psi}{\partial z} dz = 0 \quad ,$$

und die Grössen x, y, z beziehen sich auf einen bestimmten Moment. Gehören nun dx, dy, dz der Wirbellinie zur Zeit t an, so ist

$$dx : dy : dz = \xi : \eta : \zeta,$$

wenn ξ, η, ζ die Componenten der Rotation zur Zeit t bezeichnen, und es wird

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} \xi + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \eta + \frac{\partial \varphi}{\partial z} \zeta = 0,$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} \xi + \frac{\partial \psi}{\partial y} \eta + \frac{\partial \psi}{\partial z} \zeta = 0.$$

Diese Gleichungen ergeben bei Berücksichtigung der Bedingung

$$\frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \zeta}{\partial z} = 0$$

für ξ, η, ζ die Werthe

$$\left.\begin{aligned}\xi &= \frac{1}{2}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\frac{\partial\psi}{\partial z} - \frac{\partial\varphi}{\partial z}\frac{\partial\psi}{\partial y}\right),\\ \eta &= \frac{1}{2}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\frac{\partial\psi}{\partial x} - \frac{\partial\varphi}{\partial x}\frac{\partial\psi}{\partial z}\right),\\ \zeta &= \frac{1}{2}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\frac{\partial\psi}{\partial y} - \frac{\partial\varphi}{\partial y}\frac{\partial\psi}{\partial x}\right).\end{aligned}\right\} \quad (\alpha.)$$

Bezeichnen dagegen jetzt $\varphi = 0$ und $\psi = 0$ eine Wirbellinie im Raume, so gibt die Differentiation

$$\frac{\partial\varphi}{\partial x}dx + \frac{\partial\varphi}{\partial y}dy + \frac{\partial\varphi}{\partial z}dz + \frac{\partial\varphi}{\partial t}dt = 0,$$
$$\frac{\partial\psi}{\partial x}dx + \frac{\partial\psi}{\partial y}dy + \frac{\partial\psi}{\partial z}dz + \frac{\partial\psi}{\partial t}dt = 0.$$

Diese Gleichungen gelten für irgend eine Variation dx, dy, dz, also auch für diejenige, welche ein Flüssigkeitselement in dem Zeitelement dt erfährt d. h. für

$$dx = \frac{dx}{dt}dt, \quad dy = \frac{dy}{dt}dt, \quad dz = \frac{dz}{dt}dt$$

oder

$$dx = udt, \quad dy = vdt, \quad dz = wdt.$$

Dann bekommt man aber

$$\left.\begin{aligned}\frac{\partial\varphi}{\partial x}u + \frac{\partial\varphi}{\partial y}v + \frac{\partial\varphi}{\partial z}w + \frac{\partial\varphi}{\partial t} &= 0,\\ \frac{\partial\psi}{\partial x}u + \frac{\partial\psi}{\partial y}v + \frac{\partial\psi}{\partial z}w + \frac{\partial\psi}{\partial t} &= 0.\end{aligned}\right\} \quad (\beta.)$$

Es haben diese Gleichungen Gültigkeit für ein Raumtheilchen, welches ein Flüssigkeitstheilchen erreicht, das sich während der Zeit dt von der Lage x, y, z aus mit der Geschwindigkeit u, v, w bewegt; folglich beziehen sie sich auf die Wirbellinie desselben Theilchens, auf welches sich die Gleichungen ($\alpha.$) beziehen, und beide Gruppen ($\alpha.$) und ($\beta.$) können daher combinirt werden. Durch Differentiation der Gleichungen ($\beta.$) nach y und z erhält man

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial y\,\partial t}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial x\partial y}u+\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}v+\frac{\partial^2\varphi}{\partial y\,\partial z}w=-\frac{\partial\varphi}{\partial x}\frac{\partial u}{\partial x}-\frac{\partial\varphi}{\partial y}\frac{\partial v}{\partial y}-\frac{\partial\varphi}{\partial z}\frac{\partial w}{\partial z},$$

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial y\,\partial t}+\frac{\partial^2\psi}{\partial x\partial y}u+\frac{\partial^2\psi}{\partial y^2}v+\frac{\partial^2\psi}{\partial y\,\partial z}w=-\frac{\partial\psi}{\partial x}\frac{\partial u}{\partial x}-\frac{\partial\psi}{\partial y}\frac{\partial v}{\partial y}-\frac{\partial\psi}{\partial z}\frac{\partial w}{\partial z},$$

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial z\,\partial t}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial x\partial z}u+\frac{\partial^2\varphi}{\partial y\,\partial z}v+\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}w=-\frac{\partial\varphi}{\partial x}\frac{\partial u}{\partial x}-\frac{\partial\varphi}{\partial y}\frac{\partial v}{\partial y}-\frac{\partial\varphi}{\partial z}\frac{\partial w}{\partial z},$$

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial z\,\partial t}+\frac{\partial^2\psi}{\partial x\partial z}u+\frac{\partial^2\psi}{\partial y\partial z}v+\frac{\partial^2\psi}{\partial z^2}w=-\frac{\partial\psi}{\partial x}\frac{\partial u}{\partial x}-\frac{\partial\psi}{\partial y}\frac{\partial v}{\partial y}-\frac{\partial\psi}{\partial z}\frac{\partial w}{\partial z}.$$

Wird das so gewonnene System der Reihe nach mit

$$-\frac{\partial\psi}{\partial z},\quad \frac{\partial\varphi}{\partial z},\quad \frac{\partial\psi}{\partial y},\quad \frac{\partial\varphi}{\partial y}$$

multiplicirt und werden dann die beiden ersten und die beiden letzten Gleichungen unter Berücksichtigung von (α.) addirt und schliesslich die Resultanten unter Beachtung der Relation

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial z}=0$$

verbunden, so ergibt sich

$$\frac{\delta\xi}{\partial t}=\xi\frac{\partial u}{\partial x}+\eta\frac{\partial u}{\partial y}+\zeta\frac{\partial u}{\partial z},$$

wenn $\delta\xi$ die vollständige Differentiation nach der implicite und explicite Zeit bedeutet.

Auf analoge Weise lassen sich zwei andere die Aenderungen von η und ζ darstellende Gleichungen gewinnen, und man hat daher das System

$$\left.\begin{aligned}\frac{\delta\xi}{\partial t}&=\xi\frac{\partial u}{\partial x}+\eta\frac{\partial u}{\partial y}+\zeta\frac{\partial u}{\partial z},\\ \frac{\delta\eta}{\partial t}&=\xi\frac{\partial v}{\partial x}+\eta\frac{\partial v}{\partial y}+\zeta\frac{\partial v}{\partial z},\\ \frac{\delta\xi}{\partial t}&=\xi\frac{\partial w}{\partial x}+\eta\frac{\partial w}{\partial y}+\zeta\frac{\partial w}{\partial z}.\end{aligned}\right\}\qquad(1.)$$

Aus diesen Gleichungen folgt sofort, dass ein Flüssigkeits-

theilchen niemals rotiren kann, sobald es zur Zeit $t = 0$ nicht rotirt.

Nach den Gleichungen (1.) im ersten Abschnitt ist

$$a' = udt + \left(1 + \frac{\partial u}{\partial x}\,dt\right) a + \frac{\partial u}{\partial y}\,dt\,b + \frac{\partial u}{\partial z}\,dt\,c,$$

$$b' = vdt + \frac{\partial v}{\partial x}\,dt\,a + \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y}\,dt\right) b + \frac{\partial v}{\partial z}\,dt\,c,$$

$$c' = wdt + \frac{\partial w}{\partial x}\,dt\,a + \frac{\partial w}{\partial y}\,dt\,b + \left(1 + \frac{\partial w}{\partial z}\,dt\right) c.$$

In dem Zeitelement verschiebt sich das zweite Theilchen um eine Strecke, deren Projectionen auf die Axen sind

$$a' - a, \quad b' - b, \quad c' - c$$

und das erste Theilchen um eine Strecke, deren Projectionen sind

$$udt, \quad vdt, \quad wdt.$$

Daher sind die Veränderungen, welche die Projectionen a, b, c erleiden

$$\begin{aligned} \delta a &= a' - a - udt, \\ \delta b &= b' - b - vdt, \\ \delta c &= c' - c - wdt. \end{aligned}$$

Demnach wird

$$\left.\begin{aligned} \frac{\delta a}{dt} &= a\frac{\partial u}{\partial x} + b\frac{\partial u}{\partial y} + c\frac{\partial u}{\partial z}, \\ \frac{\delta b}{dt} &= a\frac{\partial v}{\partial x} + b\frac{\partial v}{\partial y} + c\frac{\partial v}{\partial z}, \\ \frac{\delta c}{dt} &= a\frac{\partial w}{\partial x} + b\frac{\partial w}{\partial y} + c\frac{\partial w}{\partial z}. \end{aligned}\right\} \qquad (2.)$$

Das System (2.) ist dem Systeme (1.) ähnlich. Beide werden in den rechten Seiten bis auf einen constanten Factor identisch, wenn gesetzt wird

$$a = \xi\varepsilon, \quad b = \eta\varepsilon, \quad c = \zeta\varepsilon, \qquad (\gamma.)$$

wo ε eine unendlich kleine Constante bedeutet. Dann ist

$$\left.\begin{aligned} \delta a &= \delta\,\xi\,\varepsilon, \\ \delta b &= \delta\,\eta\,\varepsilon, \\ \delta c &= \delta\,\zeta\,\varepsilon. \end{aligned}\right\} \qquad (2'.)$$

Wenn also für zwei Flüssigkeitstheilchen zur Zeit t die Gleichungen ($\gamma.$) bestehen, so sind sie auch zur Zeit $t+dt$ in Gültigkeit, d. h. sie bestehen immer. Die Gleichungen ($\gamma.$) drücken aus, dass

$$a : b : c = \xi : \eta : \zeta.$$

Stimmt somit in einem Augenblicke die Richtung der Verbindungslinie zweier Flüssigkeitstheilchen mit derjenigen der Drehungsaxe überein, so findet diese Uebereinstimmung zu allen Zeiten statt. Dieses hier hergeleitete Resultat liefert jedoch keinen neuen Satz, denn es ist identisch mit der ursprünglichen Annahme, dass die Wirbelfaden stets aus den nämlichen Flüssigkeitstheilchen gebildet werden.

Infolge der Gleichung ($\gamma.$) nimmt die Rotationsgeschwindigkeit in der Wirbellinie

$$R = \sqrt{\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2}$$

die Form an

$$R = \frac{1}{\varepsilon}\sqrt{a^2 + b^2 + c^2},$$

d. h. sie ist proportional mit der Entfernung zweier in der Wirbellinie unendlich wenig entfernter Flüssigkeitstheilchen. Ist q der Querschnitt des Wirbelfadens, so ist $q\sqrt{a^2+b^2+c^2}$ das Volumen eines Elementes. Da nun die Flüssigkeit von constanter Dichte und der Wirbelfaden stets aus den nämlichen Flüssigkeitstheilchen gebildet sein soll, so muss $q\sqrt{a^2+b^2+c^2}$ unabhängig von der Zeit, also

$$q\,R = \text{const.}$$

sein.

Der früher für einen Zeitmoment hergeleitete Satz, nach welchem das Product aus der Rotationsgeschwindigkeit in den Querschnitt des Wirbelfadens eine Constante ist, gilt somit allgemein, sobald die Wirbelfäden stets aus den nämlichen Flüssigkeitstheilchen gebildet werden.

Bekanntlich ist die gemachte Annahme mit derjenigen identisch, dass die auf die Flüssigkeit wirkenden Kräfte ein Potential besitzen.

Was schliesslich den entsprechenden Satz anbelangt, nach welchem das Product aus der Stromgeschwindigkeit in den Querschnitt des Stromfadens constant ist, sobald die Stromfäden stets aus den nämlichen Flüssigkeitstheilchen gebildet werden, so bedarf er keiner weiteren Herleitung. Er ist infolge der vorausgesetzten Incompressibilität von vornherein evident.

Die Inductionsvorgänge im Telephon

von

H. F. Weber.

[Der Züricher naturforschenden Gesellschaft in der Sitzung vom 1. Juli 1878 mitgetheilt.] *)

Hr. Dubois-Reymond hat in dem Aufsatze: «Zur Kenntniss des Telephons [Archiv für Physiologie, 1877,

*) Zusatz. Zehn Tage später, am 11. Juli 1878, hat Hr. Helmholtz der Berliner Academie der Wissenschaften eine Abhandlung überreichen lassen, in welcher er denselben Gegenstand in derselben Weise behandelt.

Dass ich bereits am 1. Juli den Inhalt der folgenden Mittheilung bekannt gemacht habe, geht u. A. aus dem folgenden Zusatz

pg. 573 u. 582] folgende Theorie der Inductionsvorgänge im Telephon gegeben:

Die zeitlichen Schwankungen des electromagnetischen Potentials P der magnetischen Massen im Telephon bezüglich der Strombahn dürfen in erster Annäherung den Ausbiegungen der schwingenden Eisenlamelle proportional gesetzt werden. Durchläuft die erregende Lamelle Schwingungen von der Form $\Sigma A_m \sin(2\pi n m t)$, so sind die zeitlichen Schwankungen des electromagnetischen Potentials durch den Ausdruck $P - P_0 = \Sigma B_m \sin(2\pi n m t)$ gegeben, wo P_0 den der Gleichgewichtsstellung der Lamelle entsprechenden Werth von P bezeichnet. Hr. Dubois-Reymond sieht von der Induction der Strombahn auf sich selber als einem unwesentlichen Vorgange ab und stellt als wesentlich wirkende electromotorische Kraft nur die aus dem Werthe von P nach dem allgemeinen Inductionsgesetze sich ergebende auf:

$$E = \frac{\partial P}{dt} = \Sigma B_m . 2\pi n m . \cos(2\pi n m t).$$

Der im Telephon erregte Strom ist dieser Grösse proportional; ebenso die Ausbiegung der erregten Lamelle im empfangenden Telephon. Haben die das Telephon erregenden Luftschwingungen die Form $\Sigma A_m . \sin(2\pi n m t)$, so nehmen die von dem Telephon erregten Luftschwingungen die Gestalt $\Sigma A'_m . 2\pi n m . \cos(2\pi n m t)$ an. Bei

---

hervor, den Hr. Hermann seiner letzten Arbeit in den Annalen der Physik und Chemie, neue Folge, 5. Band, p. 91 am 2. Juli hat beifügen lassen: „Hrn. Professor Fr. Weber in Zürich ist es gelungen zu zeigen, dass das von mir gefundene Verhalten mit dem Inductionsgesetz im Einklang, und letzteres in der von mir bekämpften Theorie nur unrichtig angewandt worden ist. Derselbe wird hierüber nächstens Mittheilung machen."

der telephonischen Uebertragung wird also die Klangfarbe der Schallbewegung nothwendig verändert: die Partialtöne höherer Schwingungszahl treten in dem übertragenen Klange stärker hervor als die Partialtöne mit kleinerer Schwingungszahl. Zugleich findet eine Phasenverschiebung statt in dem Betrage von $\frac{\pi}{2}$.

Hr. Hermann hat gezeigt [in seinen telephonischen Notizen in Pflüger's Archiv für Physiologie, XVI, 264 und 314 und in seinen neuesten dieser Gesellschaft mitgetheilten Versuchen], dass sich diese Folgerungen der Theorie des Hrn. Dubois-Reymond an der Erfahrung nicht bewähren. Hr. Hermann stellte folgende Versuche an:

I. In den Kreis eines Telephons wurde die eine Rolle eines Rollenpaars und in den Kreis eines zweiten Telephons die andere der ersteren parallel stehende Rolle eingeschaltet. Alle Worte und Buchstaben, die in das erste Telephon hineingesprochen wurden, waren aus dem zweiten heraus deutlich zu hören. Dasselbe Resultat ergab sich auch dann noch, als ein zweites, drittes, viertes Rollenpaar in gleicher Weise zwischen die beiden Telephone eingeschaltet wurde. Daraus schliesst Hr. Hermann, dass die Induction auf das Intensitätsverhältniss der Partialtöne eines Klanges ohne spürbaren Einfluss ist; nach Hrn. Dubois-Reymond's Theorie müsste in diesen Fällen vervielfachter Induction eine ganz beträchtliche Aenderung der Klangfarbe eintreten.

II. In einer Inductionsspirale wurden durch eine in der Nähe befindliche oscillirende magnetische Stimmgabel oscillirende Ströme I erregt. Diese Ströme wurden einem Telephon zugeführt. In den Kreis der Ströme I war das eine Gewinde einer doppelt gewickelten feindrähtigen

Boussolrolle eingeschaltet. Die in dem zweiten Gewinde der Rolle inducirten Ströme I_1 wurden unter Einschaltung einer Wippe und eines Schlüssels ebenfalls dem Telephon zugeleitet. Ausserdem konnte das Telephon nach Belieben aus dem Kreise der Ströme I aus- oder in denselben wieder eingeschaltet werden. Man konnte so der Reihe nach untersuchen: die Wirkung der Ströme I, die Wirkung der Ströme I_1, die resultirende Wirkung der gleichgerichteten Ströme I und I_1 und die resultirende Wirkung der entgegengesetzt gerichteten Ströme I und I_1. Es zeigte sich, dass die Ströme I_1 stets die entgegengesetzte Richtung hatten als die Ströme I; dass die Ströme I_1 etwas schwächere Wirkung im Telephon ausübten als die Ströme I; dass die resultirende Wirkung der gleichgerichteten Ströme fast gleich dem Doppelten der Einzelwirkung ausfiel und dass die resultirende Wirkung der entgegengesetzt gerichteten Ströme nahezu gleich Null war. Aus diesen Versuchen schliesst Hr. Hermann, dass die Phasen der oscillirenden Ströme I und I_1 nicht um $\frac{\pi}{2}$ gegen einander verschoben sein können, dass sie vielmehr nahezu zusammenfallen müssen.

Hr. Hermann glaubt durch diese Versuchsreihen evident gemacht zu haben, dass durch die im Telephon ablaufende Induction weder die Amplitüden noch die Phasen der Partialtöne eines Klanges merkbar geändert werden, dass demnach die oben dargelegten Folgerungen der Theorie des Hrn. Dubois-Reymond den Thatsachen nicht entsprechen. Ob und wie die Ergebnisse seiner Versuche mit dem allgemeinen Inductionsgesetze in Einklang gebracht werden können, lässt er dahingestellt sein.

Die folgende Mittheilung soll zeigen, dass die von

Hrn. Hermann gewonnenen experimentellen Ergebnisse in vollständigstem Einklang mit dem allgemeinen Inductionsgesetz stehen und als neue interessante Belege für die Allgemeingültigkeit dieses Gesetzes angeführt werden können. Dieser vollständige Einklang wird erzielt, sobald alle Inductionsvorgänge, die in den telephonischen Kreisen verlaufen, in Betracht gezogen werden. Hr. Dubois-Reymond hat die Induction des telephonischen Kreises in Bezug auf sich selber, als unwesentlich, bei Seite gelassen; aus den folgenden Betrachtungen geht hervor, dass diese Induction das wesentlich bestimmende Moment im telephonischen Processe ist.

Es möge sich ein Telephon in einem geschlossenen Kreise befinden; ein zweites Telephon soll in einen anderen geschlossenen Kreis eingefügt sein; beide Kreise seien so beschaffen und so gestellt, dass sie eine starke gegenseitige Induction auf einander ausüben. Es soll bedeuten:

a) für denjenigen der beiden geschlossenen Kreise, der das erregende Telephon T enthält:
   - W den Widerstand des Kreises,
   - I die Stromstärke dieses Kreises,
   - Q das electrodynamische Potential dieses Kreises auf sich selbst,
   - P das electromagnetische Potential der magnetischen Massen im Telephon T bezüglich der Stromleitung;

b) für den anderen geschlossenen Kreis, welcher das erregte Telephon T_1 enthält:
   - W_1 den Widerstand des Kreises,
   - I_1 die erregte Stromstärke,
   - Q_1 das electrodynamische Potential dieses Kreises auf sich selbst;

endlich soll R das gegenseitige electrodynamische Potential der beiden Kreise sein.

Das allgemeine Inductionsgesetz liefert zur Bestimmung der beiden Stromstärken I und I_1 die beiden Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} I \cdot W &= \frac{\partial P}{\partial t} - Q\,\frac{\partial I}{\partial t} - R\,\frac{\partial I_1}{\partial t} \\ I_1 \cdot W_1 &= -\,Q_1\,\frac{\partial I_1}{\partial t} - R\,\frac{\partial I}{\partial t} \end{aligned}\right\} \quad \ldots (1).$$

Das electromagnetische Potential P möge die Form haben:

$$P = P_0 + A \sin(2\pi n t).$$

Die Lösungen:

$$\begin{aligned} I &= C \sin(2\pi n t + \alpha) \\ I_1 &= C_1 \sin(2\pi n t + \alpha_1) \end{aligned}$$

genügen den Gleichungen (1), falls die Amplituden C und C_1 folgende Werthe haben:

$$C = \frac{A}{Q}\sqrt{\frac{1 + \left(\frac{W_1}{2\pi n Q_1}\right)^2}{\left[\frac{W}{2\pi n Q} + \frac{W_1}{2\pi n Q_1}\right]^2 + \left[1 - \frac{R^2}{QQ_1} - \frac{WW_1}{(2\pi n)^2 QQ_1}\right]^2}} \qquad (2)$$

$$C_1 = -\,\frac{A \cdot R}{QQ_1\sqrt{\left[\frac{W}{2\pi n Q} + \frac{W_1}{2\pi n Q_1}\right]^2 + \left[1 - \frac{R^2}{QQ_1} - \frac{WW_1}{(2\pi n)^2 QQ_1}\right]^2}} \qquad (3)$$

und den Phasen α und α_1 folgende Werthe gegeben werden:

$$tg\,\alpha = \frac{\left[1 + \left(\frac{W_1}{2\pi n Q_1}\right)^2\right]\frac{W}{2\pi n} + \frac{R^2}{Q_1^2}\,\frac{W_1}{2\pi n}}{\left[1 + \left(\frac{W_1}{2\pi n Q_1}\right)^2\right]Q - \frac{R^2}{Q_1}} \qquad (4)$$

$$tg\,\alpha_1 = \frac{\frac{W_1}{2\pi n Q_1} + \frac{W}{2\pi n Q}}{1 - \frac{R^2}{QQ_1} - \left(\frac{W}{2\pi n Q}\right)\left(\frac{W_1}{2\pi n Q_1}\right)} \qquad (5)$$

Befinden sich die beiden Telephone in einem und demselben Kreise, dessen Widerstand W_0 und dessen electrodynamisches Potential auf sich selbst Q_0, so ergibt sich aus der Gleichung (2) als Ausdruck der Amplitüde des entstehenden oscillirenden Stroms:

$$C_0 = \frac{A}{Q_0 \sqrt{1 + \left(\frac{W_0}{2\pi n Q_0}\right)^2}} \qquad (6)$$

und die Phase α_0 ist in diesem Falle durch die sich aus (4) ergebende Gleichung bestimmt:

$$tg\ \alpha_0 = \frac{W_0}{2\pi n Q_0} \qquad (7)$$

Die erhaltenen Resultate zeigen:

1) Bei der telephonischen Uebertragung wird im Allgemeinen die Klangfarbe verändert, da die Amplitude des oscillirenden Stroms C_1 (resp. C_0) von der Schwingungszahl n des erregenden Potentiales P, d. h. von der Schwingungszahl des erregenden einfachen Tones abhängig ist.

2) Die bei der telephonischen Uebertragung eintretende Phasenverschiebung ist keine constante Grösse; ihr Betrag wechselt mit der Beschaffenheit der Strombahn und ist abhängig von der Schwingungszahl n.

3) In gewissen Fällen wird jedoch die Amplitude C_1 (resp. C_0) des inducirten Stromes von der Schwingungszahl n unabhängig, die Klangfarbe des erregenden Tones also nicht verändert. Dieses tritt ein, sobald die Grössen

$$\frac{W}{2\pi n Q} \quad \text{und} \quad \frac{W_1}{2\pi n Q_1}$$

so klein ausfallen, dass ihre zweiten Dimensionen gegen-

über 1 vernachlässigt werden dürfen. Die für C, C_1 und C_0 in diesem Falle resultirenden Werthe sind:

$$C = \frac{AQ_1}{QQ_1 - R^2} \qquad C_1 = -\frac{A \cdot R}{QQ_1 - R^2} \qquad C_0 = \frac{A}{Q}$$

Die Phasen sind unter diesen Verhältnissen durch die Gleichungen bestimmt:

$$tg\,\alpha = \frac{\frac{W}{2\pi n}\,Q_1 + \frac{R^2}{Q_1}\,\frac{W_1}{2\pi n}}{QQ_1 - R^2} \text{ und } tg\,\alpha_1 = \frac{\left(\frac{W_1}{2\pi n}\right)Q + \left(\frac{W}{2\pi n}\right)Q_1}{QQ_1 - R^2}$$

$$tg\,\alpha_0 = \frac{W_0}{2\pi n\,Q_0}.$$

Die Phasenverschiebungen α, α_1, α_0 sind demnach kleine Grössen gleicher Ordnung, die in dem Grenzfalle:

$$\frac{W}{2\pi n\,Q} = \frac{W_1}{2\pi n\,Q_1} = \frac{W_0}{2\pi n\,Q_0} = 0$$

zu Null werden.

Die für diesen speciellen Fall deducirten Resultate sind aber der Ausdruck der von Hrn. Hermann erhaltenen experimentellen Ergebnisse. Lässt sich zeigen, dass in der That in den Versuchen des Hrn. Hermann die Grössen $\frac{W}{2\pi n\,Q}$ und $\frac{W_1}{2\pi n\,Q_1}$ sehr kleine Werthe waren, so ist die vollständige Uebereinstimmung der Versuchsergebnisse mit dem allgemeinen Inductionsgesetze nachgewiesen. Eine nähere Betrachtung der Dimensionen, der Windungszahlen und der Widerstände der benützten Rollen und Telephone lässt erkennen, dass die genannten Quotienten wirklich kleine Werthe waren.

Notizen.

Ueber eine merkwürdige Luftspiegelung. Herr Preschlin in Oberutzwyl (Toggenburg) berichtet uns über eine von ihm dort am 8. Oct. 1878 8 Uhr 50 Min. Vorm. beobachtete sehr merkwürdige Luftspiegelung Folgendes:

„Während sich bei uns der Himmel ziemlich gleichmässig mit leichten Wolken bedeckte, zeigte sich gegen Osten, wo das Gewölk dünner und mit einzelnen von Südost nach Nordwest laufenden blauen Streifen durchzogen war, die Landschaft sowohl in den Appenzeller Bergen als drüben überm See in wunderbar klarer Beleuchtung. Da auf einmal erschienen über dem Höhenzuge zwischen Weingarten und Wangen (Württemberg), der sonst den Horizont in leicht wellenförmiger Linie abschliesst, fünf thurmartige Erhöhungen von ganz enormen Dimensionen. Während nun die vier nördlichen Thürme in dunkelgrüner Färbung erschienen, zeigte der südlichste und umfangreichste derselben das hellere Aussehen eines neuen Gebäudes. Durch ein gerade zur Hand befindliches Fernrohr bot letzterer ein ganz imposantes Bild. Es zeigte sich da ein Schloss von ganz ausserordentlicher Höhe, dessen Umrisse und Fenster auf's Schärfste gezeichnet erschienen. Nach etwa 20 Sekunden verzog sich das Bild in die Höhe und schien in der Mitte auseinanderzugehen. Nach und nach war dies denn wirklich der Fall; es zeigte sich in halber Höhe ein Dachgiebel und über demselben ein gleicher in umgekehrter Stellung, — kurz es erschienen zwei Schlösser, von denen das eine aufrecht, das andere verkehrt und senkrecht über dem erstern sich befand. Nach einer Dauer von kaum 10 Sekunden näherten sich beide Giebel wieder und verschwanden in einander. Das ganze Bild wurde zu einem verlängerten schmalen Streifen verzogen und glich einem hohen schlanken Kirchthurm ohne Helm und verschwand hierauf wie Nebel. — Die Erscheinung zeigte sich über dem Schlosse Waldburg und das Bild des Doppelscheins war genau dasjenige des genannten Schlosses, doch in die Höhe bedeu-

tend verlängert. Nachdem das Phänomen verschwunden war, zeigte sich das Schloss in seiner ursprünglichen Form und von Süden her hell von der Sonne beschienen. Die übrigen vier Thürme habe ich nicht mit dem Fernrohr beobachtet."

Was die Erklärung dieses Phänomens schwierig macht, das ist die neben der vertikalen gleichzeitig mehrfache seitliche Spiegelung, sowie die Verzerrung der Bilder. Die meisten Luftspiegelungen sowohl nach oben als nach unten, mit verkehrten und geraden Bildern entstehen durch diejenigen Anomalien der terrestrischen Strahlenbrechung, welche in Folge von Dichtigkeitsdifferenzen horizontal übereinander liegender Luftschichten auftreten, sei es nun, dass die untersten unmittelbar über dem Boden liegenden Schichten erheblich wärmer oder kälter als die zunächst darüber befindlichen sind. Sie sind in der Regel von einer beträchtlichen Hebung oder Senkung (Depression) des Horizonts begleitet. Gilbert hat in seinen Annalen, namentlich im III. u. IV. Band mit grossem Fleiss die interessantesten Berichte über solche Erscheinungen zusammengestellt. Für unsern Fall aber reicht die blosse Annahme der Dichtigkeitsdifferenz in verticaler Richtung nicht aus, denn dadurch wäre die seitliche Spiegelung nicht erklärt; es müssen vielmehr solche Differenzen auch in ein und derselben Horizontalebene aufgetreten sein. Da nun an jenem Vormittag in der Nordostschweiz intensiver Föhn herrschte, — in Altstätten wurde um 7 Uhr Vorm. 20.0° Cels. beobachtet —, dieser seine Wirkung aber nur eben bis zum jenseitigen Bodenseeufer zu erstrecken schien, was aus einer Abnahme der Temperatur von Rorschach bis Friedrichshafen um fast 5°, so wie aus der hier nordöstlichen Windrichtung hervorzugehen scheint, so liegt es wohl am nächsten, das Phänomen durch eine eigenthümliche Wölbung der Begrenzungsfläche der warmen Föhnluft in der sonst ziemlich kühlen sie umgebenden Atmosphäre zu erklären; wenigstens liesse sich sowohl die Verzerrung des Bildes als auch die seitliche Spiegelung daraus herleiten, wenn auch keineswegs mit mathematischer Genauigkeit, denn hiezu fehlen die nöthigen Daten. [R. Billwiller.]

Auszüge aus den Sitzungsprotokollen.

A. Sitzung vom 1. Juli 1878.

1. Herr Bibliothekar Dr. Horner legt folgende seit der letzten Sitzung neu eingegangene Bücher vor:

A. Geschenke.

Von der physicalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg.

Geologische Karte der Provinz Preussen. 2. 4. 7.

Von der Geologischen Schweizerischen Commission.

Atlas der Schweiz. Bl. 3.

Von dem Schweizerischen Eisenbahn- und Handelsdepartement.

Rapport trimestriel, 19, sur les travaux du S. Gotthard.

Geologische Tabellen und Durchschnitte über den grossen Gotthard-Tunnel. Lief. 4. 5.

Von Hrn. Prof. Alph. Favre in Genf.

Favre, Alph., Expériences sur les effets des refoulements en géologie. 8. Genève 1878.

Vom Herrn Verfasser.

Heim, Alb., Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. Mit einem Atlas. Theil I. 4. Basel 1878.

B. In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

Proceedings of the London math. soc. 126. 127.

Stettiner entomolog. Zeitung. XXXIX. 7—9.

Schriften d. naturforsch. Gesellschaft in Danzig. N. F. IV. 2.

Neues Lausitzisches Magazin. Bd. LIV. 1.

Jahresbericht, 27., des naturhistor. Vereins „Lotos".

Sitzungsberichte der math.-phys. Klasse der k. b. Akad. in München 1877. 3.

Verhandlungen d. physik.-medicin. G. z. Würzburg. XII. 1. 2.

Monatsberichte d. Preuss. Akad. d. Wissensch. 1878. 3. 4.

Sitzungsberichte der naturwissensch. Gesellschaft „Isis". 1877. Juli—Dec.

Korrespondenzblatt d. zoolog.-mineralog. Vereins zu Regensburg. 31.
Bericht V des Vereins für Naturkunde in Fulda.
Verhandelingen van het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. XXXIX. 1.
Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde. Deel XXIV. 4. 5.
Notulen van de Algemeene en Bestursvergaderingen van het Bataviaasch Genootschap. XV. 1.
Tweede Vervolg-Catalogus der Bibliothek van het Bataviaasch Genootschap. 8. Batavia 1877.
Jahrbücher der k. k. Centralanstalt f. Meteorologie und Erdmagnetismus. Bd. XII.
Zeitschrift d. Oesterreich. Gesellschaft f. Meteorologie. Bd. 12 u. 13. 1—13.
Rigaische Industrie-Zeitung. 1878. 3—8.

C. Von Redactionen.

Naturforscher. 24. 25.
Technische Blätter. 1878. 1.

D. Durch Kauf.

Liebig's Annalen. 192. 1. 2.
Mojsisovics, Edm. Die Dolomit-Riffe v. Süd-Tirol u. Venetien. Heft 1.
Transactions of the entomolog. soc. 1877. 5.
Schweizer. meteorolog. Beobachtungen. Suppl. 4. XV. 1.
Palæontographica. Dritte Folge. I. 4.
Stanley, N. H. Durch den dunkeln Welttheil. Bd. I, 8. Leipzig 1878.
Denkschriften der K. Akad. d. Wissenschaften. Mathemat.-naturhistor. Klasse. Bd. 38.
Weber, E. v. Vier Jahre in Afrika. 1871—75. 2 Thle. 8. Leipzig 1878.

2. Da Herr Prof. Wolf die Wahl als Präsident nicht annimmt, so wird an seiner Stelle Herr Prof. Heim, zum Vicepräsidenten Herr Prof. Weber gewählt.

3. Herr Prof. Heim hält folgenden Vortrag über die Thalstufen und Terrassen in den Alpenthälern. Alle Alpenthäler, Längsthäler wie Querthäler, zeichnen sich durch einen Wechsel flacherer Thalstufen mit zwischenliegenden Stromschnellen aus. An den Abhängen finden wir häufig Reste von Terrassen. Eine genaue Verfolgung der Thalstufen und Terrassen hat folgende Resultate ergeben: Terrassen und Thalstufen finden sich im Hauptthal und in allen Nebenthälern eines Flussgebietes in ganz entsprechenden Niveaux und in gleichen Vertikalabständen wieder. Diejenigen, welche einem bestimmten Niveau angehören, bilden zusammen ein Terrassensystem, das ein sanftes Gefälle thalauswärts besitzt. Die Terrassensysteme, die selbst bis über 2000 M. über dem jetzigen Thalboden liegen, sind die Reste eines frühern Thalbodensystems aus einer Zeit, da das Thal noch nicht so tief ausgespühlt war. Die successive Hebung des Gebirges legte periodisch die Erosionsbasis tiefer. Die Terrassensysteme sind unabhängig von den Gesteinen und ihrer Lagerung; hingegen finden wir sie in den verschiedenen Flussgebieten in verschiedenen Höhen, sie hängen also von dem Flussgebiete ab, dem ein Thal zugehört. Das Studium der Terrassensysteme gibt die sichersten Beweise dafür an die Hand, dass die Thäler vorwiegend ein Werk der Ausspühlung durch die Ströme sind. Das rückwärts sich weiter Einschneiden der Thäler veranlasst oft, dass ein Thal ein anderes durchschneidet, wodurch Thäler entstehen, die kein oberes Ende haben (Engadin, Davos etc.) oder selbst ein Torso eines Thales gebildet wird (Lenzerhaide, Parpan, Kunkelspass etc.), von dem der ursprüngliche Fluss nun gänzlich durch andere Thäler abgeschnitten worden ist. An den Terrassen lässt sich noch erkennen, welche Thalstücke früher zu einem Thal zusammengehört haben.

4. Hr. Prof. Hermann theilt Versuche mit, welche beweisen, dass bei der telephonischen Uebertragung von Schwingungen weder das Intensitätsverhältniss noch die Phase der pendelartigen Komponenten sich merklich ändert. Ersteres wurde dadurch gezeigt, dass selbst in den Induktionsströmen fünfter Ordnung die Klangfarbe der Vokale noch gut erkenn-

bar ist. Die Erhaltung der Phase ergab sich aus Interferenzversuchen, bei welchen induzirende und induzirte oscillirende Ströme gleichzeitig auf das Telephon wirkten.

6. Herr Prof. Weber schliesst hieran eine auf pag. 265—272 der Vierteljahrsschrift in extenso mitgetheilte theoretische Erörterung, welche ergibt, dass die eben erwähnten Resultate sich mit dem allgemeinen Induktionsgesetz, wenn alle Verhältnisse berücksichtigt werden, gut vereinigen lassen.

6. Herr Prof. Dr. Huguenin meldet sich zur Aufnahme als ordentliches Mitglied der Gesellschaft.

B. Sitzung vom 29. Juli 1878.

1. Herr Prof. Dr. Huguenin wird einstimmig als ordentliches Mitglied der Gesellschaft aufgenommen.

2. Als Abgeordnete an die vorberathende Kommission der allgemeinen schweizerischen naturforschenden Gesellschaft, deren Jahresversammlung diesmal am 11. August in Bern beginnt, werden die Herren Prof. C. Cramer und Heim bezeichnet.

3. Herr Bibliothekar Dr. Horner legt folgende seit der letzten Sitzung neu eingegangene Bücher vor:

A. Geschenke

Vom Schweizerischen Eisenbahn- und Handelsdepartement.

Rapport mensuel sur la ligne du S. Gotthard.. 58. 61. 62. 64.

Sechster Geschäftsbericht der Direction der Gotthardbahn. 4. Zürich 1878. Nebst Bericht, betreffend die Reorganisation des Unternehmens.

Von Hrn. Prof. Dr. Wolf.

Astronomische Mittheilungen. No. 46.

Von dem naturhistorischen Verein in Augsburg.

Kaflisch, Fried. Excursionsflora f. d. süd-östl. Deutschland. 8. Augsb. 1878.

Von der U. S. geol. and geogr. Survey.

Illustrations of Cretaceous and tertiary plants. 4. Washington 1878.

Hayden, S. V. Atlas of Colorado etc. fol.

Bechler, B. 2 Maps of upper and lower Geyser basin Madison river.

Von Dr. G. Schoch.

Analytische Tafeln zum Bestimmen der Schweizer-Libellen.

B. In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

Sitzungsberichte d. mathem.-physik. Klasse der Akademie zu München 1878. 1.

Jahresbericht des Westphälischen Provinzial-Vereins. 1877.

Verhandlungen d. naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg. II. 2.

Schriften d. Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse. Wien. Bd. 18.

Proceedings of the R. Geogr. soc. XXII. 4. 5.

Württemberg. naturw. Jahreshefte. Jahrg. XXXIV.

The journal of the R. Geogr. soc. Vol. XLVII.

Abhandlungen der mathem.-phys. Klasse d. Bayersch. Akad. Bd. XLVIII. 1. nebst Gümbel's geognost. Durchforschung Bayerns.

Memoirs of the geolog. survey of India. Palaeontologia Indica Ser. II. 3. IV. 2. X. 3. XI. 2.
Records. X. 3. 4.

Proceedings of the zool. soc. of London. 1878. 1.

Jahresbericht des phys. Vereins zu Frankfurt a. M. 1876/77.

Annuario della soc. dei Naturalisti in Modena. XII. 3.

Monatsbericht d. k. preuss. Akad. 1878, Mai.

Zeitschrift d. deutschen geologischen Gesellschaft. XXX. 1.

Bulletin de l'acad. Imp. d. sciences de S. Pétersbourg. XXV. 1.

Mittheilungen d. Vereines f. Erdkunde zu Leipzig. 1877.

Zeitschrift der Oesterreich. Gesellsch. f. Meteorologie. XIII. H. 4—16.

Riga'sche Industriezeitung. IV. 10.

Proceedings of the Academy of natural sciences of Philadelphia. 1877.

The transactions of the academy of science of S. Louis. Vol. III, 4.

Bulletin of the Essex institute. 1877.
Proceedings of the Boston soc. of nat. history. Vol. XIX.
Memoirs of the Boston soc. of nat. hist. II. IV. VI.
Bulletin of the U. S. geolog. and geogr. soc. Vol. IV. 2.
Jahresbericht 31 d. Stäatsackerbaubehörde v. Ohio.
Jahrbuch d. geolog. Reichsanstalt. 1878. 1. 2.

C. Von Redactionen.

Der Naturforscher. 1878. 26. 27. 28.

D. Anschaffungen.

Jahrbuch d. Schweizer. Alpenclub. XIII.
Transactions of the entomolog. soc. 1878. 1.
Transactions of the zool. soc. of London. X. 4. 5.
Philosoph. transactions of the R. soc. Vol. 167. 2.
Willkomm, M., et J. Lange. Prodromus florae Hispanicae Vol. III. 3.
Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. 1876. 2.
Liebig's Annalen. Bd. 192. 3.
Abhandlungen d. naturforsch. Gesellschaft zu Halle. XIV. 1. 2.

4. Hr. Dr. C. Keller spricht über den gegenwärtigen Zustand der Keimblätterlehre. Der Vortragende behandelt die ersten Vorgänge, welche am thierischen Ei den allmäligen Aufbau des Thierleibes einleiten. In einem kurzen historischen Rückblick wird gezeigt, wie bisher fast ausschliesslich nur am Wirbelthierkeime die Bildung der Keimblätter verfolgt wurde. Ganz vereinzelt wurden Versuche gemacht, die Lehre der Keimblattbildung auch auf den grossen Formenkreis der Wirbellosen auszudehnen. Aber durchschlagend gelang dies erst in der allerjüngsten Zeit an der Hand der sogenannten Gastrulatheorie. An der Hand von Modellen demonstrirt der Vortragende die wesentlichsten Vorgänge bei der Eifurchung bei ganz verschiedenen Thiergruppen, wobei es immer zur Bildung von zwei primären Keimblättern kommt. Weitere Sonderungsvorgänge an diesen beiden Blättern führen successive zum Aufbau der einzelnen Organe. In der Art und Weise der Furchung finden sich nun allerdings Unterschiede, die man bisher durch die beiden Kategorien der totalen und par-

tiellen Eifurchung ausdrückte. Die totale Furchung muss aber ihrerseits wieder geschieden werden in eine primordiale und eine inäquale. In ihren Endgliedern gehen beide Furchungsarten so weit auseinander, dass bei der inäqualen Furchung die beiden spätern Keimblätter schon in den beiden ersten Furchungszellen, sogar im Ei (bei Fabricia) angedeutet sind, während bei der primordialen Furchung eine Sonderung erst mit der Einstülpung der Keimblase erfolgt. Doch fehlen Uebergangsformen, wie der Vortragende an seinen Untersuchungen über Schwamm-Embryonen nachweist, keineswegs. In beiden Fällen erfolgt die Bildung einer Gastrula oder Darmlarve. Aber auch die partielle Furchung führt zur Gastrulabildung mittelst Einstülpung, wie dies am Fischei und am befruchteten Hühnerei vor Kurzem entdeckt wurde. Bei der partiellen Furchung wurden an Modellen die beiden Fälle aus einander gehalten, ob der Nahrungsdotter exzentrisch oder zentral gelegen sei. Im erstern Fall entsteht bei der Furchung eine Scheibengastrula, in letzerm durch Einstülpung eine Blasengastrula. Wenn sich demnach die Keimblätterlehre auch auf die wirbellosen Thiere ausdehnen lässt, so müssen immerhin die Protozoen ausgeschlossen bleiben, weil diese niemals ächte Gewebe bilden.

5. Herr Prof. Dr. Luchsinger theilt mit, dass schon Andeutungen zur mechanischen Erklärung des verschiedenen Verhaltens der primären Zellenschichten der verschiedenen Embryonen vorhanden sind.

6. Hr. Prof. Ed. Schär macht einige Mittheilungen über ein neues, als desinfizirendes und antiseptisches Universalmittel empfohlenes Medikament „Sanitas“. Die ätherischen Oele erleiden bei Gegenwart von Sauerstoff, insbesondere unter Lichteinwirkung, die sogen. spontane Oxydation bekanntlich unter sehr eigenthümlichen chemischen Erscheinungen, insofern dabei ein Theil des Sauerstoffs zu Ozon wird, das theils gasförmig entweicht, theils das Oel in saure Produkte überführt, während dagegen ein anderer Theil eine noch ungenügend erklärte Veränderung erleidet und sich mit den Molekülen des ätherischen Oeles zu einer lockern Verbindung

vereinigt, welche in manchen Reaktionen die grössten Analogien mit Wasserstoffsuperoxyd zeigt. In der That wird, wenn die langsame Oxydation der ätherischen Oele unter gleichzeitiger Gegenwart von Wasser (oder auch von wässerigem Alkohol) erfolgt, stets eine merkliche Menge Wasserstoffsuperoxyd erhalten, welches sich übrigens auch durch Behandlung eines oxydirten Oeles mit angesäuertem Wasser in Folge Sauerstoffübertragung bildet. Auf diesen schon vor mehreren Dezennien von Schönbein bei seinen umfangreichen Experimentaluntersuchungen über das Verhalten des Sauerstoffs zu organischen Materien ermittelten Thatsachen beruht nun auch die Darstellung des Mittels Sanitas, welches zunächst von einer englischen Gesellschaft auf Grund chemischer Versuche von Kingzett in London fabrikmässig produzirt und mit nicht unbedeutender Reklame in den Handel gebracht wurde. Die Flüssigkeit Sanitas, ein farbloses, klares, nach Coniferen-Terpentin riechendes und leicht terpertinartig schmeckendes Fluidum von saurer Reaktion wird mit grossen ziemlich komplizirten Apparaten wesentlich durch Behandlung einer Mischung von Wasser und Terpentin mit einem erwärmten Luftstrom, der an der Grenzstelle des Wassers und Terpentins in Berührung mit der flüssigen Mischung tritt und auf dieselbe bei einer Temperatur von ca. 50° Celsius einwirkt, hergestellt, wobei das nach hinreichend langer Operation abgetrennte und mechanisch geklärte Wasser eine gewisse Menge gebildetes Wasserstoffsuperoxyd und ausserdem einen geringen Theil der Terpentinbestandtheile und der sauren Produkte der Oxydation aufnimmt. In der That stellt Sanitas eine durch organische Säuren sauer reagirende und daher auffallend haltbare, allerdings nicht sehr konzentrirte (nach den untersuchten Proben ½ bis 1% starke) Wasserstoffsuperoxydlösung dar, welche sämmtliche charakteristische Reaktionen dieser Verbindung zeigt. In Beziehung auf die Hoffnungen, die das neue Mittel in hygieinisch-medizinischer Richtung erwecken möchte und auf welche in diesem kurzen Referate nicht näher eingetreten werden kann, wurde von dem Vortragenden bei aller Anerkennung einer theoretischen Berechtigung in der Kombination dieses Agens dennoch die Ansicht geäussert, es dürften Werth

und Wirkungen desselben mancherorts in mehr als einer Richtung sehr überschätzt werden, da einerseits das Wasserstoffsuperoxyd einer grossen Reihe bekannter und unbekannter organischer Stoffe gegenüber sich unerwartet stabil verhält und durch zahlreiche Fermentorganismen zwar lebhaft zersetzt wird, ohne dass aber letztere merklich oxydirt, resp. zerstört werden, im Weitern aber noch fraglich scheint, ob die nebenbei im Wasser gelösten Terpentinderivate, denen wie den meisten sog. aromatischen Verbindungen eine gewisse fäulnisswidrige Wirkung eigen sein mag, in der That spezifisch — und intensiv — antiseptische Eigenschaften aufweisen. Jedenfalls wird nur eine grosse Zahl weiterer sorgfältiger Versuche den Beweis zu leisten vermögen, in wie weit, wie es die Prospekte der Sanitäts-Gesellschaft besagen, dieses Produkt „das einzig wahre antiseptische und desinfizirende Mittel in einer Substanz“ (?) darstellt.

Hr. Prof. Dr. Luchsinger theilt mit, dass man Wasserstoffsuperoxyd, die wesentlichste Substanz des Medikamentes „Sanitas“, in die Adern von Thieren eingespritzt habe, ohne im Geringsten eine Wirkung zu erhalten, wie sie einer Substanz entsprechen würde, welche Fäulnissfermente zu zerstören vermöchte. Das „wirksame Prinzip“ von „Sanitas“ ergebe sich als sehr unschuldige, unwirksame Substanz.

[A. Weilenmann.]

Notizen zur schweiz. Kulturgeschichte. (Fortsetzung.)

269 (Forts.). Krusenstern an Horner, Petersburg 1823 VII 30. Kotzebue segelt in 8 Tagen ab. Der Kaiser ist vor einigen Tagen auf seinem Schiff gewesen. Er hat ein sehr schönes Schiff, freilich etwas zu gross, beinahe 1000 Tonnen; das Personal ist 18, nämlich 13 Seeoffiziere, 4 Gelehrte und ein Arzt. — Wie geht es denn mit Ihrer Gesundheit, mein theurer Freund; möchte doch der Sommer wohlthätigen Einfluss auf dieselbe haben. Ich erwarte mit Ungeduld einen Brief von Ihnen. — Parrot hat für Kotzebue einen Apparat ausgeführt, mit welchem er hofft eine Tiefe von 3000 Faden zu er-

reichen; auch hat er mit Struve einen Pendel-Apparat erfunden, der sehr gut seyn soll; möchten nur die Herren Physiker Gelegenheit haben von dem Instrument den gehörigen Gebrauch zu machen.

H. W. Brandes an Horner, Breslau 1823 VIII 27. Was Gehler's Wörterbuch betrifft, so sehe ich mit Beschämung, dass Du daran schon arbeitest. Ich werde vor Ostern nicht anfangen können; denn der 2te Theil meiner höhern Geometrie kann nicht wohl eher fertig sein, und als Erholungsarbeit nebenher (wie Muncke mir schrieb, dass ich es ansehen sollte) ist mir das Wörterbuch doch bei weitem zu schwer. — Den Hansteen habe ich gelesen und eine Anzeige davon in der Hallischen A. L. Z. gemacht, die im Mai 1822 abgedruckt ist; vielleicht wird sie Dir als eine kleine, mit einigem Fleisse gemachte Uebersicht der Hansteen'schen Bemühungen nicht ganz unlieb sein, und da ich alle Sorgfalt darauf verwandt habe, so wage ich zu hoffen, dass sie nicht ganz ohne Werth ist. — Deine Ansicht dass (im Wörterbuch) zwei so wichtige und ganz verschiedene Zwecke erfüllt werden sollen, finde ich ganz richtig. Den einen, gründlich und klar eine Darstellung für minder tief denkende Leser zu geben, halte ich für leicht; aber der zweite macht mir nicht geringe Sorge. Die in Beziehung auf diesen zweiten Zweck erforderliche Vollständigkeit ist für mich, da ich bei weitem nicht Literatus genug bin, eine schwere Forderung, und wenn ich mich nicht mit der Unvollkommenheit aller irdischen Dinge tröstete und mit dem Bestreben nach Möglichkeit es gut zu machen, so träte ich noch immer gern zurück. Darin hat man es bei rein mathematischen Arbeiten besser, zumal wenn man kein Wörterbuch und Repertorium alles Wissenswürdigen schreiben will. — Ueber den Umfang des Aufzunehmenden, namentlich an Tafeln, Formeln und Geschichte der einzelnen Entdeckungen sollten billig noch genauere Verabredungen unter uns statt finden; manches von der ältern Geschichte der Untersuchungen und Hypothesen werden wir wegschneiden müssen, da das was Aristoteles und Seneca über Dinge, die sie nicht wussten, gesagt haben, kaum noch einiges Interesse hat. — Warum Erman nicht Mitarbeiter an dem Wörterbuche ist?

Ich glaube aus eben dem Grunde wie Gilbert. — Es scheint mir dass Erman nicht genug zu Stande bringt: seine Arbeiten sind trefflich, aber an so einem Wörterbuch muss nicht bloss genialisch gearbeitet werden, sondern auch mit einem alle Tage und durch alle Artikel gleichen Fleisse; diese lasttragende Ausdauer kann schon ein Berliner-Gelehrter nicht haben, den allzuviel Zerstreuungen von den Studien abziehen. Dass Du mir die Ehre erweisen willst, mir einen deiner Schüler*) als Zuhörer zu senden, ist mir sehr schmeichelhaft. Sage ihm indess nur, in der höhern Analysis schmeichelte ich mir wohl seinen Beifall ganz zu erhalten, — in Astronomie, selbst auch in der Mechanik und Optik, fühle ich mich bei weitem nicht so einheimisch, und mein Vortrag ist da ängstlicher, weil mir nicht soviel von eignen Beispielen, Untersuchungen die in Büchern nicht vorkommen, u. s. w. zu Gebote steht, und daher der Vortrag schon dadurch, dass er gleich an ein fremdes Buch anschliesst, eingezwängt wird. Die Diff. und Int. R. lese ich zwar auch nach Lacroix, aber da erlaube ich mir häufige Excurse, bringe namentlich eine Menge geometrischer und selbst mechanischer Untersuchungen hinein, was ich eher kann, da ich mir dazu drei Semester Zeit nehme. Wenn er Ostern kömmt, so wünschte ich, er hätte wenigstens die Hälfte des ersten Bandes meiner höhern Geometrie gelesen, da ich diese im nächsten Winter erkläre, und dann meine Zuhörer gern so behandle, als ob sie diese Gegenstände kennten. Dass es uns sehr angenehm sein wird, ihn oft bei uns zu sehen und ihm nach besten Kräften zu dienen, versteht sich von selbst. — Unsere Sternschnuppenbeobachtungen sind im August vom Himmel gar sehr, von den Gelehrten gar wenig mit segnenden Augen angesehen worden. Am 10. und 11. August war die Zahl und Pracht der Meteore so wie man sie nur wünschen kann. Aber Mitbeobachter haben sich zwar mehrere versprechend, aber wenige haltend eingefunden; bloss aus OberSchlesien im äussersten Winkel zwischen Polen und Ungarn, habe ich bis jetzt, von einem meiner ehemaligen Zuhörer recht brav angestellte Beobachtungen erhalten. In der nächsten

*) Gottfried v. Escher, nachmals Professor an der Kunstschule.

Periode hoffe ich auf etwas mehr correspondirende Beobachtungen.

Scherer an Horner, St. Gallen 1823 X 17. Feer, dem ich gegen Ende des Jahres 1820 den Wunsch äusserte für meine eben im Bau begriffene Sternwarte in Ober-Castel eine Reise-Halbsecunden-Pendel-Uhr von München kommen zu lassen, rühmte mir sehr die seinige in Zürich gemachte, und sagte mir, er engagire sich mir für einen viel niedereren Preis als den Münchner von dem Uhrenmacher Hafner in Zürich eine äusserst einfache aber gute und zweckmässige Pendeluhr, welche durch die Regelmässigkeit ihres Ganges meinem astronomischen Bedürfnisse ganz entsprechen würde, machen zu lassen. Es wurde kein Preis festgesetzt um desto sicherer ein gutes Werk zu erhalten; Feer machte die Bestellung, und so erhielt ich in Ober-Castel im Juli 1821 eine Uhr für den sehr mässigen Preis von fl. 70 Zürchervaluta. Dieser niedere Preis erregte mir schon einiges Misstrauen, auch zeigte es sich bald dass die Uhr einen sehr ungleichen Gang hatte, am Ende blieb sie mir einige Male stehen, so dass ich für diesen Herbst alle Beobachtungen in Castel aufgeben musste. — In St. Gallen zurückgekommen liess ich diese Uhr durch unsern Stadt-Uhrmacher Weyermann auseinandersetzen, und er zeigte mir, wie flüchtig und unvollkommen die verschiedenen Theile dieses Uhrwerks gearbeitet waren. Im Februar 1822 wurde diese Uhr also wieder nach Zürich versandt. Hafner, welcher sah dass ich kein Zutrauen hatte, offerirte dem Feer diese Uhr zurückzunehmen, und wollte ihm die fl. 70 für meine Rechnung remboursiren (wollte Gott Feer hätte sie angenommen!); man antwortete ihm aber es sey mir dato nicht mit Geld gedient, sondern mit einer guten Uhr, welche ich baldmöglichst bedürfte. Der Uhrmacher nahm also diese Uhr wieder in Cur und im July 1822 wurde sie mir wider nach Ober-Castel gesandt. Die Sache war nicht besser geworden und Feer, der einen Aufenthalt von 10 Tagen bey mir in Ober-Castel machte, konnte sich aus eigenen Augen von dem misslichen Zustande der Dinge überzeugen. Wir nahmen alle Tage correspondirende Sonnenhöhen und alle Tage überzeugten wir uns von der Unmöglichkeit Beobachtungen anzustellen. — Dieser Besuch von Feer in Ober-Castel,

auf welchen ich mich im voraus so gefreut hatte, war also ohne Zweck und für die Astronomie verloren. Ich liess indessen um alles zu versuchen noch vor der Abreise von Feer den geschickten Genfer-Uhrmacher Tissot von Constanz herbeyrufen. Er that das ganze Werk auseinander, und zwar in Gegenwart von Feer, — fällte das gleiche Urtheil wie der St. Galler Uhrmacher, — gab denen Pivot's frisches Oehl, — und wir kamen überein, als letzten Versuch diese Uhr noch den Winter durch täglich mit meinem Régulateur in St. Gallen zu vergleichen. Da trat aber der Fall ein, dass ich plötzlich nach Italien verreisen, alles aufgeben musste und nur ans einpacken denken konnte. Diese Reise dauerte 9½ Monate und erst im Juli dieses Jahrs konnte ich mich wieder mit Prüfung der Uhr in Ober-Castel abgeben. Correspondirende Beobachtungen wurden alle Tage, wo die Witterung es erlaubte, genommen und ich überlasse Ihnen aus einliegendem Müsterchen des Ganges der Uhr zu beurtheilen was man von diesem mechanischen Werk zu erwarten berechtigt ist. — Der Uhrmacher hat mir ein brauchbares Werk zu astronomischen Beobachtungen versprochen, und dieses mag höchstens hinreichen um die Zeit des Mittagessens anzugeben. Den Preis kann er nicht vorschützen, denn ich hatte ihn zu keinem Preis gebunden. Er muss also auf alle Fälle die Uhr zurücknehmen, es sey gegen baares Geld oder gegen eine andere Uhr.

Schumacher an Horner, Altona 1824 III 5. Von den zwei Ihnen bisher übersandten Exemplaren war das eine, mein verehrter Freund, für Sie bestimmt. Herr von Zach erhält sein Exemplar durch Herrn von Lindenau. Sollte er es aber vorziehen, es künftig durch Sie zu erhalten, so will ich Ihnen künftig 3 senden, und Lindenau keines für Zach. Die fehlenden Nummern von 38 an, sollen unverzüglich nachgesandt werden. — Die Sliding Gunter brauche ich selbst oft, wo man mehrere Resultate gleichsam aus einer Tafel nöthig hat. Der Gunter ist bei einer jeden neuen Stellung als eine vollständige Tafel, mit der eingestellten Constante berechnet, anzusehen. Mackay's Scale, deren Sie erwähnen, ist zu weitläufig. Lambert's Rechenstäbe sind ohngefähr dasselbe und Lambert's Erklärung ist weit besser. Das sinnreichste was

ich von der Art gesehen habe war ein Sliding Gunter, der allein zur Berechnung der Monddistanzen, Zeit aus absoluten Höhen, und Azimuth eingerichtet war. Er war von einem gewissen Thomson oder Thompson, und kam, ich meine, 1816 heraus. So viel ich mich erinnere — ich musste ihn für einige Freunde unter den Seeoffizieren untersuchen — gab er 3″ bis 4″ Genauigkeit, und war also vortrefflich um zu sehen, ob bei der schärfern Rechnung auf dem Papiere noch ein grober Irrthum begangen sey. Wenn es Sie interessirt will ich mir meine Papiere über diess sehr simreiche Instrument aus Copenhagen senden lassen. — Im 5ten Heft der Corresp. Astron. von Zach habe ich gesehen dass ein Herr Simonof auf dieselbe Idee eines reflectirenden Instruments gefallen ist, die ich schon vor 12 Jahren Herrn v. Zach mittheilte, was er wahrscheinlich vergessen haben muss, da er meiner nicht erwähnt. Mein Instrument war aber, so viel ich erinnere, nur ein Sextant — und kein ganzer Kreis, und hatte auch eine Vorrichtung die Collimation zu bestimmen indem das Fernrohr mitten in einem zweiten Spiegel sass, der weiter keinen Zweck als zur Collimationsbestimmung hatte. Indessen werde ich mich wohl hüten, meine Priorität zu reclamiren, da — die ganze Idee falsch ist. Einem Praktiker wie Ihnen brauche ich nicht erst lange zu sagen, dass diess Instrument nothwendig ein Stativ braucht, und nie aus freier Hand auf einem schwebenden Schiffe gebraucht werden kann, ein Umstand, auf den mich erst Baumann aufmerksam machte.

Ambr. Barth an Horner, Leipzig 1824 III 16. Mit dem schmerzlichsten Bedauern verfehle nicht Ew. Wohlgeboren den am 7ten dieses ganz unerwartet schnell durch eine Magen- und Darm-Entzündung herbeigeführten Tod unsers trefflichen Dr. Prof. Gilbert, meines langjährigen vertrauten Freundes anzuzeigen. Betrauern Sie mit mir seinen Verlust, der der Wissenschaft, seinen zahlreichen Freunden des In- und Auslandes, seinen Verwandten, unserer Universität und mir, seinem Verleger, so leicht nicht wieder ganz ersetzt werden dürfte! — Die Annalen der Physik und der physicalischen Chemie sind für den Augenblick ihres mehr als 25jährigen Redacteurs beraubt, doch bin ich fest entschlossen,

sie fortzusetzen, wie ich den Manen meines verewigten Freundes, seinen vielen Freunden und Mitarbeitern, und dem denselben eine so lange Reihe von Jahren hold gebliebenen Publikum, der Förderung des Wahren und Guten in der Wissenschaft schuldig zu seyn glaube. — Ich zweifle keineswegs mich bald mit einem, der Sache ganz gewachsenen, des sel. Gilberts würdigen Nachfolger in der Redaction, zu vereinigen, und glaube mir schmeicheln zu dürfen auch Ew. Wohlgebohren werden gütigst das Wohlwollen und Vertrauen auf mich und die neue Redaction übergehen lassen, mit dem Sie dem braven Abgeschiedenen so freundlich entgegenkamen. — Der bis zur Hälfte fertige 76ste Band wird interimistisch durch Herrn Prof. Mollweyde, welcher das Redactionsgeschäft schon mehrere Male bey Abwesenheiten des sel. Gilbert's auf Reisen besorgte, zu Ende geführt, — ihn soll eine kurze Biographie des Verewigten schliessen, und ists irgend möglich, sein Porträt beigefügt werden.

H. V. Brandes an Horner, Breslau 1824 V 30. Wie es dem jungen v. Escher hier gefällt, wird er wohl selbst schreiben; ich fürchte so recht wird es nicht sein, da ich kaum glaube, dass er mit dem Tone des grössern Theils unserer Studenten harmonirt. Indess einige, die ihm mehr zusagen, scheint er zu finden, und so weit als es mir möglich ist, suche ich ihm wenigstens die kurzen und ernsten Aufheiterungen, die Besuche bei ältern Personen einem jungen Mann verschaffen können, zu geben. — Dein kränkelnder Zustand gefällt mir nicht. Da wir dem Publikum angelobt haben fürs erste 4 Jahre lang zu leben und gesund zu sein, damit der Gehler fertig wäre, so müssen wir auch Wort halten. Indess zu breit, wie unser guter Gilbert, wollen wir uns allerdings nicht machen, und du kannst mir glauben, dass ich es demüthig und dankbar erkenne, dass es mit meiner Gesundheit und Arbeit recht leidlich geht. — Im vorigen Winter hatte ich eine Zeit, wo ich zum ersten Male die Bemerkung machte, dass ich im 47sten Jahre bin, und dass meine Kräfte abnehmen; auch noch jetzt bin ich nicht ganz von allen körperlichen Beschwerden frei, aber es ist doch besser, und ich bilde mir wohl gar ein, es wäre alles wieder gut. — Ich habe Muncke gebeten, den

ersten Band auf *A, B* zu beschränken, damit nur erst etwas gedruckt werde; auch scheint es mir dass *A, B* recht gut 1/8 des Ganzen ausmachen werde. Weit bin ich eben auch nicht vorgerückt. Die astronomischen Artikel bis zu dem Worte Bahn eines Planeten oder Cometen habe ich beinahe fertig, und da *B* wenig Astronomisches enthält so bin ich im Begriffe einmal an die Optik zu gehen. Die Art wie ich meine Arbeit anordne, ist eben nicht die beste, aber die Kürze der Zeit und meine schlechte Manier nur da zu arbeiten, wo mir das Feuer auf die Nägel brennt, macht es so nöthig; ich arbeite nemlich alphabetisch und mache nur diejenigen Bemerkungen für künftige Artikel, die wegen der Nachweisungen auf sie nothwendig sogleich notirt werden müssen. Meine Notizen-Sammlung aber, an der ich sehr fleissig bin, erstreckt sich auf das ganze Alphabeth, so dass ich in Kurzem das ganze Feld der vielen hundert Stellen, die ich lesen muss, ehe das *Z* an die Reihe kömmt, vor mir haben werde. Dieses Citatenbuch würde, falls ich die ganze Arbeit nicht vollenden könnte, meinem Nachfolger doch als ein, wenn gleich ziemlich chaotisches Hülfsmittel dienen, um das was über jeden meiner Artikel vorhanden ist, zu übersehen. Da ist freilich ohne eine Spur von Critik gesammelt, aber es ist doch angenehm den Schatz des vorhandenen guten und schlechten nur erst zu kennen. — Weisst Du denn, dass Benzenberg dem Tode so nahe gewesen ist? Ein unglücklicher Schuss bei seinen ballistischen Versuchen hatte ihn verwundet; als er davon beinahe hergestellt war, traf ihn ein Schlagfluss, — indess war er vor etwa 4 Wochen in gut fortgehender Besserung.

Horner an Trechsel, Zürich 1824 X 15. Gegenwärtiges wird Ihnen ein mir sehr lieber junger Mann, Hr. David Ritz von Brugg, überreichen, den ich Ihnen im Superlativo empfohlen haben möchte. Er ist ein tüchtiger Mathematiker von ausgezeichneten Anlagen, dabey ein sehr trefflicher, zuverlässiger Mensch von Seite seines Charakters. Physik und Astronomie liegen ihm sehr am Herzen, und wenn sie ihm, ohne Ihre Unbequemlichkeit, zu Ihrer schönen Sternwarte einigen Zutritt gestatten wollen, so wird er das mit Freuden, aber auch mit der grössten Discretion und Dankbarkeit be-

nutzen. Schade ist es, dass seine Gesundheit ihm gegenwärtig nicht erlaubt, seinem Trieb zum Studiren und Forschen so zu folgen, wie er es wünschte und verdiente. In Astronomie ist er gut zu Hause, weniger in der Praxis; hier konnte er sich nur mit meinem Spiegelsextanten üben, den ich ihm aber unbedenklich anvertrauen konnte. Er hat hier zwey Jahre im Collegium meine Vices versehen, und sich die Achtung der Professoren und Studenten in besonderm Grade erworben. Die Feuchtigkeit des hiesigen Clima hat ihn von Zürich vertrieben; er hofft, dass Ihre trockenere Nordluft ihm besser zusage. Was Sie zu seiner Erfreuung und Aufmunterung thun werden, wird gewiss auf guten Boden fallen, und mich selbst von Herzen freuen, weil ich diesem durchaus wohl gestimmten, edlen jungen Manne Alles mögliche Gute zuwenden möchte.

Krusenstern an Horner, Ass 1824 X 15. Ihre Briefe erfreuen mich alle unendlich, und so war mir auch der vom 20. Sept. sehr willkommen; aber Sie thun Unrecht sich Ihres langen Stillschweigens wegen bey mir zu entschuldigen. Ich bitte Sie das nie zu thun; wenn ich nur die Ueberzeugung habe, dass Sie nicht durch Krankheit abgehalten werden mir zu schreiben, so will ich nicht murren. Und nun vollends gar böse seyn, — wie können Sie das glauben? Das wird nie geschehen. — Sie haben einen Theil meines Buches*) mit grosser Aufmerksamkeit durchgesehen, und das Gute was Sie mir darüber sagen, ist mir höchst angenehm gewesen; hätten Sie es in der That sehr mangelhaft gefunden, so würden Sie es mir nicht verschwiegen haben. Man thäte übrigens Unrecht es streng beurtheilen zu wollen; als ein erster Versuch ist es trotz mancher Mängel einer löblichen Erwähnung werth. Sie haben Recht, es sind sehr viele Sprachfehler in dem Buche; ich glaubte darüber ruhig zu seyn, da ein bekannter Literator, ein geborner Franzose, die Revision des Mss und sogar die Correctur beym Drucke übernommen hatte. Ich glaube ich werde nach einem Jahr den Druck des zweiten Bandes begin-

*) Ohne Zweifel sein „Recueil de mémoires hydrographiques pour servir d'explication à l'atlas de l'Océan pacifique. St. Pétersb. 1824 in-4."

nen können; gegen die Zeit werden wir schon etwas von Kotzebue's und Duperrey's Entdeckungen erfahren haben. Wrangel ist zurückgekommen, und es ist keinem Zweifel unterworfen dass seine Reisebeschreibung auf Kosten der Admiralität wird gedruckt werden. Sehr schade ist es, dass man ihn nicht sogleich nach der Behringsstrasse schickt, um von dort aus eine Land-Expedition nach der Mündung des Mackenzieflusses zu unternehmen; ich gönne den Engländern alles mögliche Gute, und sie verdienen die Ehre das Problem der nördlichen Durchfahrt zu lösen; allein gesetzt, wir erreichen den Mackenzie-Fluss von der Behringsstrasse aus eher als Franklin oder Parry, würde dann nicht auch ein Theil der Glorie auf uns zurückfallen. Unser Kaiser darf wohl auf ein solches Glück Anspruch machen. Nie hat ein Souverain so viel für Geographie gethan als Er. — Wenn man Kotzebue im J. 1819 nach der Behringsstrasse geschickt hätte, so wüsste man mehr als jetzt; denn er musste etwas Brillantes thun oder umkommen; zu Beidem war er bereit. Ob er auf dieser Reise im Norden etwas unternehmen wird, das hängt von seiner neuern Instruction ab, die ich nicht kenne; ich habe aber Ursache zu glauben, dass er gar nicht nach der Behringsstrasse gehen wird. Schicken Sie ja das Memoire an die Admiralität, dessen Sie in Ihrem Briefe erwähnen, und ich zweifle daran gar nicht, dass Ihre Wünsche realisirt werden. — Sie haben vielleicht in den Zeitungen gelesen, dass ich Mitglied der Ober-Schul-Direction geworden bin. Der jetzige Minister der Aufklärung, der mir sehr gewogen ist, hat mich dazu ernannt; aber ich muss daran denken meine Gesundheit wieder herzustellen, die seit meinem Aufenthalt in Petersburg sehr gelitten hat. Ich fürchte ich werde in Petersburg nicht geheilt werden können, und eine Reise in ein ausländisches Bad mir vorgeschrieben werden; allein diesem sind mehrere Dinge im Wege, besonders der Umstand, dass mich eine solche Reise, die doch ein Jahr dauern muss, 1000 Ducaten kosten wird. Ich möchte sie gern bis 1826 aufschieben, vielleicht beendige ich dann mein Werk. Das Uebel, an welchem ich leide, ist eine Zerrüttung der Gefässe des Unterleibes; ich verliere viel Blut und kein Mittel dagegen schlägt an. Seitdem ich auf dem Lande bin,

geht es mir besser, aber in Petersburg wird das Uebel mit aller Macht wiederkehren; am Ende können die Folgen nicht anders als übel ausfallen. Der Kaiser, der ausnehmend gnädig ist, und in ähnlichen Fällen sehr liberal solche Patienten, die er kennt, unterstützt, würde gewiss auch mir etwas zur Reise geben; allein ich darf mich nicht direct an ihn wenden, und so bleibt mir keine Aussicht dazu. — Parrot hat seine Entretiens sur la Physique beendigt; der Kaiser hat ihm 300 Ex. abgenommen, und ich glaube es wird in Paris eine zweite Auflage erscheinen. Es wird Ihnen gewiss gefallen. — Leben Sie wohl, mein theuerster Freund; wenn Sie an Zach schreiben, so grüssen Sie ihn herzlich von mir.

J. J. Sulzer-Reinhart an Horner, Winterthur 1825 II 16. Mit diesem bitte Sie den Hrn. Joh. Eschmann Stud. Math. ihrer Aufmerksamkeit und guten Raths zu würdigen; obschon er etwas Sonderbares hat, so zeigte er doch bey meinem Unterricht immer viel Vorliebe und selbst eine gewisse Genialität für die Mathematik, und wünschte daher von ganzem Herzen, dass er fernerhin den Genuss und den Lohn für seine Vorliebe zu mathematischen Studien finden möchte, die die Wissenschaften selbst seinem Eifer gewähren können. Er schien mir immer ungeachtet allen Glücksgütern so einzeln und als eine verlassene Waise da zu stehen, ohne Rath und Stütze, und könnte mich innig dauern, wenn er keine glückliche Carrière machte. Wie viel leichter findet ein blöder Krämer seinen Weg als ein mittelmässiger Mathematiker!

David Hess an Horner, 1825 III 21. Mein sel. Schwager, Herr Caspar Hirzel, liess mich den 15. Nov. 1822 nach einem heftigen Blutguss rufen, übergab mir das Exemplar seiner Astronomie de l'amateur, welches er für eine zweite Auflage verbessert hatte, und bemerkte mir, es seien 6 Stellen mit Papierstreifen bezeichnet, die erst in dem noch ungewissen Zeitpunkt des Erscheinens einer 2ten Auflage ausgefüllt werden könnten. Wenn er selbst sich dannzumahl nicht unter den Lebenden befände, so würde, versicherte er mich, Herr Hofrath Horner gewiss die Gefälligkeit haben, diese Lücken auszufüllen. Es schien ihm ausserordentlich viel an dem baldigen Erscheinen dieser 2ten verbesserten Auflage seines Lieblings-

werkes zu liegen, das er mir dringend empfahl. — Um ihn nicht auf Todesgedanken zu führen, trat ich im Laufe seiner Krankheit niemals näher mit ihm über jene noch auszufüllenden Stellen ein, und begnügte mich bloss jene eingelegten Papierstreifen zu paginiren, damit man sie wieder gehörig einlegen könne, im Falle sie etwa herausfallen sollten..... Ich an meinem Orte möchte wünschen, es würde noch eine andere kurze Vorrede von Meisterhand beigefügt, die einige Notizen über das Leben und den Tod des Verfassers der Astronomie enthalten sollte.

H. W. Brandes an Horner, Breslau 1825 VIII 24. Obgleich ich nicht ungern den Artikel Ebbe übernehme, so muss ich dir doch unumwunden sagen, dass die Gründe, die du hiefür anführst, nicht eben die haltbarsten sind. Was werde ich denn Wichtiges, Neues und Grosses über diesen Gegenstand sagen können? — Ich werde auch hier mein vortreffliches Princip: „Ein Schelm thut mehr als er kann!“ oder wie Alwill es commentirt: „Wer mehr will oder gar verspricht als er kann, muss dabei zum Schelme werden“ in Anwendung bringen, und es so gut machen als ich kann, aber in der That gewiss nicht besser als du es auch machen würdest. Freilich wenn man solche Anforderung macht, wie du z. B. an den, der den Artikel Wellen schreibt, da mögte man in der That zum Schelme werden oder wenigstens Reissaus nehmen (was doch eine der Massregeln dieser guten Leutchen zu sein pflegt); wie gross das Wasser sein muss, wie tief es sein muss, wie stark der Wind u. s. w., damit die Wellen eine Elle hoch werden, das zu bestimmen muss ich unsern Urenkeln überlassen, die im Jahre 1925 eine neue (20ste) Auflage von Gehler's Wörterbuch in etwa 64 Bänden herausgeben werden. Ich weiss es nicht! Du siehst also, ich bin bloss dreister als du!

Trechsel an Horner, Bern 1825 VIII 28. Gleich nach Empfang Ihrer beyden Briefe schrieb ich an Herrn Zschokke, und erhielt ungesäumt eine sehr freundschaftliche und verbindliche Antwort. Er habe sich sehr auf die verabredete Zusammenkunft in Aarau — unter seinem Dache — gefreut, bedaure sehr dass ihm diese Freude vereitelt werde, begreife aber doch unsere Gründe nun nicht zu kommen, etc.

— Ueber die Hauptsache selbst schreibt er folgendes: „Mit Hrn. Kern ist — meines Wissens — noch keine Unterhandlung wegen der Barometer gepflogen worden. Ich will gern Ihrem Beispiele folgen und Hrn. Hofr. Horner die Besorgung des Geschäftes vertrauensvoll überlassen, so wie die Wahl des Künstlers. Sollte er, wie es mir in Solothurn schien, Herrn Kern lieber zu der Arbeit haben, so würde sich derselbe gerne deswegen nach Zürich begeben, um dort seine Instruction zu empfangen. Haben Sie also die Güte sich darüber mit Hrn. Horner zu verständigen, etc.“ Sie haben also nun förmliche und unbedingte Vollmacht. — Das Marienglas zu Handen von Dr. Brunner habe gestern durch Herrn Ritz erhalten. Ich bedaure unendlich, dass diese auserlesenen, prächtigen Stücke in die profanen, barbarischen Hände dieses importunen, indiscreten und zu nichts weniger als zu exacten Wissenschaften geeigneten Menschen gerathen sollen. Wahrhaftig, wenn ich je in Versuchung geführt ward, eine gelehrte Schelmerey zu begehen, so war es diesmal. Dem Hrn. Doctor hätte eine Stalllaterne über einen Kübel Wasser gestellt vollkommen den gleichen Dienst gethan wie ein Quecksilberhorizont mit einem Dach aus solchem Marienglas! Am schlimmsten kommen nun ich und mein Sextant bei der Sache weg! Der unablässige Herr Doctor (dem Herr von Zach das wahre Horoskop gestellt) wird nicht ruhen, bis er mich mit seinem stürmischen Verlangen des Sextanten (zum eigenen Anschaffen von Instrumenten ist der reiche Herr zu filzig) halb wild gemacht und diesen letztern zu Boden geritten hat. Brunners Antipode, der stille, bescheidene Loder, will kein Geld für Ihre Rechnung beziehen, bis er weiss ob Sie mit der übersandten Arbeit zufrieden sind. — Ich hoffe und wünsche herzlich, dass Sie von Ihrer Erkältung und den schlimmen Folgen derselben wieder hergestellt seyen. Was die Hypochondrie betrifft, so ist diess ein Capitel, worüber ich gewiss so gut wie Sie ein Wörtchen weiss, und wer in seiner innern und äussern Lage dazu mehr Grund und Nahrung fände, ob Sie oder ich, darüber (sonst nicht über Manches) getraute ich mir wohl mit Ihnen eine Disputatio pro Cathedra zu bestehen. — Meine Frau (die Sonne meines irdischen Glückes) hat sehr bedauert Sie in Kirchberg so spät erkannt zu haben.

Trechsel an Horner, Bern 1825 IX 24. Nur mit recht tiefer Beschämung komme ich diessmal vor Sie zu stehen. Das Marienglas, das prächtige Marienglas! Als ich Ihnen schrieb, hatte ich die Blätter nicht entwickelt — Ihr zarter, gütiger Brief sprach nur von dem für Dr. Brunner bestimmten... Welche Beschämung — gewiss eben so gross und noch grösser als die Freude — da ich nun auch für mich eine reiche Bescherung fand — für die ich Ihnen erst jetzt meinen späten, aber recht herzlichen und verbindlichen Dank abstatte, mit der Bitte mir mein Versehen, das Ihnen als eine wahre Grobheit erscheinen musste, doch ja als Freund, als Christ, als Weltumsegler, der vieler Menschen Sitten und Uebereilungen gesehen, recht gütig zu verzeihen. — Dr. Brunner's Dachgestelle scheint mir recht gut ausgefallen zu seyn, wirklich besser als eine Stall-Laterne. Das Marienglas aber hat er sich noch nicht getraut einzupassen — aber mit all seinen astronomischen Beobachtungen ist halt nichts, sintemal er gar keinen Begriff von so was hat, und schwerlich je haben wird. Letzthin hat er auf Leib und Leben Monddistanzen zu messen sich beygehen lassen, um sie an Hrn. von Zach zu schicken! Zum Unglück hatte er die Zeitbeobachtung ganz vergessen, und den Stern kannte er den Tag darauf auch nicht mehr! — Ich beschäftige mich an den schönen hellen Abenden dieses Monats mit Beobachtungen des Polarsterns nach Littrow's Methode. Von 4 Uhr Abends an kann ich denselben mit dem sehr guten Fernrohr meines Borda-Kreises recht bequem und fast ununterbrochen verfolgen. Aber zu den genauen Berechnungen der Rectascension und Declination vermisse ich gar sehr die Schumacher'schen Hülfstafeln, die ich mir vor einiger Zeit verschrieben aber dato noch nicht erhalten habe.

Trechsel an Horner, Bern 1825 X 23. Somit sende Ihnen meinen ersten, höchst unvollkommenen Entwurf zu einem Circulare mit Instruction für unsere künftigen Barometer-Correspondenten. Andern Sie daran durch Hinzusetzung, Weglassung, Verbesserung, was Sie nur immer wollen, und senden Sie mir denselben zu neuer Ausfertigung und Mittheilung an Zschokke, Gautier, Decandolle zurück.... Bey meiner Rückkehr von einer herbstlichen Triangulations-Excursion

fand ich endlich die Schumacher'schen Hülfstafeln vor, und machte mich sogleich an die Berechnung einiger Beobachtungen des Polarsterns nach Littrow's Methode im vergangenen September. Mit der Uebereinstimmung derselben unter sich und mit der früher aus Culminationen genau bestimmten Polhöhe bin icht noch nicht zufrieden, indem mir noch Dissonanzen von 2, 3 und 4″ vorkommen; doch macht es mir nicht wenig Freude durch blosse vierfache Beobachtungsreihen am hellen Tage die Polhöhe auf einige Secunden genau herauszubringen. Da ich jetzt meine Pendeluhr auch durch die Bessel'schen Sterne noch genauer prüfen kann, so werde ich mich nun, wenn wir einmal dazu eingerichtet sind, an neue Reihen machen, und wann sie schöner zusammenstimmen, Ihnen mitzutheilen die Freyheit nehmen. Finden Sie's dann der Mühe werth mich damit bei Herrn von Zach einzuführen, so mag es seyn. Unangemeldet möchte ich nicht erscheinen, wie unser ehrliche Doctor Brunner, der soeben ein Bombardement von Genua mit Monddistanzen, Sonnenhöhen (NB. alles ohne Zeitbestimmung) vor hat!

Horner an Trechsel, Zürich 1825 XI. 2. Ich weiss nicht recht, welche Entschuldigung ich Ihnen, mein hochgeschätzter Freund, vorbringen soll, um es Ihnen begreiflich zu machen, wie ich Ihre treffliche Instruction und Ihren freundlichen Brief 8 Tage lang unbeantwortet lassen konnte. Ich begreife es selbst nicht recht. Eigentlich ist es eine unfruchtbare, zersplitterte Thätigkeit, die daran Schuld seyn mag; die Unordnung auf meinem Tische, wo ein Papier das Andere überdeckt, und die noch grössere in meinem Kopfe, dessen Gedächtniss ein wahres, zerrissenes Sieb ist, wo Alles durchfällt. Genug, das Unglück ist geschehen, und ich eile, es wieder gut zu machen. — Vor Allem aus ein Wort von Ihrer Instruction: Die ganze Einleitung ist musterhaft und wohl gelungen: auch die folgenden Artikel wohl geordnet und passend. Was mir bey Lesen derselben etwa beyfiel, habe ich unmassgeblich auf der Beylage niedergeschrieben. — Mit dem *W* für *Ou* ist es mir allerdings etwas Ernst*), und die Franzosen können,

*) Das französische *Ou* ist höchst ungeschickt, und kann mit dem *O* (Ost) der deutschen Beobachter leicht Verwechselungen ver-

denke ich, der guten Sache wohl dieses Opfer bringen. Man könnte auf diese Weise alle Nationen, die doch beynahe die gleichen Worte brauchen, zur gleichen Bezeichnung vereinigen.*) — Ueber die Witterungszeichen bitte ich Sie Ihre Gedanken recht walten zu lassen, und eine detaillirte, recht vollständige Symbolik der Witterungsformen auszuarbeiten. Die Abkürzungszeichen sollten dann wohl auf dem lithographirten Blatte mit ihrer Erklärung aufgezählt werden. Sollte man nicht auch den meisten Beobachtern ein mit Beobachtungen zum Theil ausgefülltes Musterblatt mittheilen? — Ich habe in dem beigelegten schlechten Entwurf eines solchen Cadre**) bey den Stunden 8, Midi, 10, auch Platz für die Minuten gelassen, weil ich wünschte, dass wir wahrhafte und nicht etwa corrigirte und mit unrichtiger Zeit bezeichnete Beobachtungen erhielten, und es doch sehr leicht möglich ist, dass man eine Viertelstunde früher oder später zu observiren genöthigt ist. Ich bin sogar ungewiss, ob man die Zahlen 8, 12, 10 wirklich drucken soll? *1°* aus dem angeführten Grunde, damit einer auch nöthigenfalls $7^h\,50^m$ oder $11^h\,45^m$ etc., schreiben könne. *2°*, und dieses sollte vielleicht noch irgendwo in der Instruction bemerkt werden, dass man die nemlichen Bögen auch für Extrabeobachtungen, fortlaufende, etwa stündliche, bei ausserordentlichen tiefen und hohen Ständen des Barometers, gebrauchen könnte. — Das Hygrometer habe ich eingeflickt, damit es für zukünftige Zeiten, wo man vielleicht mehr mit diesem Instrumente anfangen kann, schon da sey; auch möchte es doch nicht übel seyn, zumahl bei höher liegenden Stationen, die mittlere Trockenheit des Ortes zu erfahren. — Noch habe ich Ein Bedenken: Die Barometer und Thermometer und die Instruction werden zwar zur rechten Zeit fertig

---

anlassen. Da hierin beide Nationen gleiches Recht haben, so würde ich vorschlagen, die Englische Bezeichnung der Weltgegenden zu befolgen, nemlich: *E*, *W*, *S*, *N*. Wenn wir Deutschen das *E* adoptiren, so dürfen die Franzosen wohl auch das *W* aufnehmen.

*) Die Annahme des Horner'schen Vorschlages wurde ein halbes Jahrhundert später ein Hauptergebniss des Congresses in Wien.

**) Leider fehlt derselbe bei dem mir vorliegenden Briefe.

werden. Aber wird man im Dezember sie Alle transportiren können? Ein Mann muss sie tragen und ein verständiger, in praktischen Dingen und im Barometerbeobachten etwas geübter junger Mann sollte mitgehen, und sie am rechten Orte aufstellen, befestigen, mit seinem Reisebarometer vergleichen, den Observator instruiren, ihm nöthigenfalls den Vernier erklären, etc. Wird da der Träger nicht auf der beeisten Strasse fallen? Ich möchte es nicht verbürgen. Von einigen entlegenen, höhern Orten wird man wenigstens bis im Frühling abstrahiren müssen. Ich hatte gehofft meinen Neffen, der alle erforderlichen Eigenschaften gehabt hätte, dem Träger mitzugeben; allein der verreist nächster Tage nach Genf. Ein älterer Mann geübt in diesem Fache würde in dieser Jahreszeit nicht gern eine Schweizerreise machen. Ich werde trachten eine taugliche Persohn zu finden. Im Grunde existiren in den Städten Bern, Basel, Genf, Zürich, St. Gallen bereits gute Barometer, und es würde hinreichen, diese zu vergleichen. Ich für meinen Theil hätte beynahe Lust auf das mir zukommende Instrument zu Gunsten irgend eines andern guten Beobachters zu verzichten, doch das wird sich finden.

Trechsel an Horner, Bern 1825 XI 11. Herr Stabshauptmann Pestalutz wird Ihnen in seinem und meinem Namen ein Anliegen eröffnen, das mir in der That recht sehr am Herzen liegt. Es betrifft die nochmalige gemeinschaftliche Messung und Verification der grossen Tralles'schen Basis auf dem grossen Moos zwischen Aarberg und Murten, wozu ich meinerseits aus allen Kräften Ihre Hülfe, Rath und Mitwirkung erbitten möchte. Herr Pestalutz wird Ihnen Grund, Zweck und Nutzen einer solchen gemeinschaftlichen wissenschaftlichen und nationalen Arbeit aus einandersetzen. Wir haben sonst keine einheimische nationale Basis und müssen, wenn wir uns nicht an die freylich zwey mal gemessene von Tralles halten wollen, uns unbedingt und blindlings den Franzosen und ihren (erkünstelten) Resultaten in die Hände werfen. Die Ebene des grossen Mooses ist die einzige, wenigstens die grösste ihrer Art in der Schweiz — interessant als alter Seeboden, unter dem ein ganzer Eichenwald vergraben ist, von welchem die schwarzen mächtigen Stämme in Canälen und

Gräben zu Tage liegen, — interessant durch viele und sonderbare Phänomene der Refraction, die ich hier oft negativ und lateral fand. Auch wäre es schön, wenn einmal Zürich und Bern in einer wissenschaftlichen Sache wenigstens sich brüderlich zusammen thäten — und gerade wir diese Brüder wären.

Trechsel an Horner, Bern 1825 XI 20. Von Herrn Staabshauptmann Pestalutz erhielt ich vorgestern einen sehr freundschaftlichen und angenehmen Brief. Sowohl Er als MHH. General Finsler scheinen zu der vorgeschlagenen Nachmessung der Tralles'schen Basis nicht ganz ungeneigt. Nur die Schwierigkeit der Erhaltung eines recht zuverlässigen Etalon und die daherigen Kosten machen einiges Bedenken. Aber deswegen sollte diese wichtige und gewiss interessante Untersuchung, welche einzig und allein und auf eine anständige, würdige und sichere Weise aus einer unangenehmen Ungewissheit zieht, doch nicht unterbleiben. — Die Nachmessung der franz. Dreiecke von der Elsasser-Basis aus durch Herrn Buchwalder wäre — unter uns gesagt — eine halbe Maassregel, die zu nichts führen kann als zu neuer Ungewissheit. Erstens verlässt man sich dabey doch wiederum auf eine fremde, von Franzosen gemessene Basis, an deren Nachmessung durch Schweizer niemals zu denken ist; zweitens würden die Buchwalder'schen Dreyecke, wenn sie, wie zu erwarten steht, von den mehrmals veränderten französischen abweichen, von diesen reizbaren Herren noch weit mehr contestirt und verdächtigt werden als eine selbstgemessene schweizerische Basis, zumal das Instrument von Hrn. Buchwalder zu einer so äusserst delicaten Operation doch nicht ganz geeignet scheint, und z. B. weit hinter meinem Reichenbach-Kreise zurücksteht, der im Jahre 1812 von Henry und Delcroz so sehnlich zur Messung der Basis-Dreyecke im Elsass, denen die Herren damals nicht trauten, wie ich schriftlich beweisen kann, gewünscht ward. — Bemerken Sie doch dieses alles, wenn Sie meine Ansichten nicht missbilligen, den betreffenden beyden Herren, mit der vorläufigen Erklärung von meiner Seite, dass ich zur Theilnahme und Mitwirkung bey jener meines Erachtens einzig sichern und würdigen Erörterung obwaltender Zweifel bereit bin — nur unter dem ausdrücklichen Vorbe-

halt jedoch, Ihrer und womöglich auch des Herrn Pestalozzi's persönlicher Theilnahme und Mitwirkung, sintemal, abgesehen auch von der Einsicht und dem trefflichen Rath solcher Männer, hiebey auch Credit und Autorität hinzukommen müssen um eine solche Operation und ihr Resultat classisch zu machen.

Horner an Trechsel, Zürich, 1825 XI 22. Ihr Anliegen wegen der Nachmessung der Tralles'schen Basis ist an einen Mann gekommen, der wenigstens, was ihm seiner Lage nach möglich ist, Alles thun wird, dasselbe zu befördern. Ich bin ganz mit Ihnen einverstanden: Wir müssen nichts, keine Bogensecunde, keinen Fuss von einer Dreyeckseite von den Franzosen nehmen, — so gut wie sie können wir es immer noch machen. Ich halte die Schwierigkeiten und Kosten einer Basismessung nicht für so gross, und will gerne, wenn es Zeit und Gesundheit gestattet, selbst daran Theil nehmen. Auch unsere kleine Zürcherbasis sollte, meines Bedünkens, später noch nachgemessen werden. Sey der Irrthum, wo er wolle, wenn nur die Wahrheit herauskömmt. Wegen des Etalon habe ich Hrn. Stabshauptmann Pestalutz zwei Vorschläge gemacht: *1°* findet sich in Genf ein Comparateur von Troughton von der besten Art, mit welchem seiner Zeit die Vergleichung des Meters mit dem Englischen Normalmaass gemacht worden ist. Dann ist auf demselben, oder besonders, ein Englischer Yard selbst, und zwar von der besten Art, eine Copie von Shuckburgh's Maass. Aus diesen Dingen könnte man Meter oder Toise herleiten. — *2°* will ich nach Hamburg an Professor Schumacher und den geschickten Künstler Respold schreiben, die ich persönlich kenne, und welche vor etwa einem Jahre zum Behufe der Nordwest-Europäischen Gradmessung gemeinschaftlich mit Gauss eine Basis gemessen haben, bey welcher allerley neue und sinnreiche Methoden angewandt wurden. Diese sollen uns rathen, ob man ein Etalon von Paris oder sonst woher soll kommen lassen, oder ob sie uns eine Copie des von ihnen gebrauchten Maasses geben wollen; wobey ich mich dann auf die Genauigkeit Repsold's vollkommen verlassen kann, wir auch den Vortheil hätten durch gültige Autoritäten hiefür gedeckt zu seyn. Mein Brief soll womöglich noch diese Woche abgehen. Haben wir ein-

mal den Etalon zur Stelle gebracht und aus Büchern und durch Mittheilung das Nöthige über die Manipulation erhalten, so entwerfen wir die Operationsmethode und bestimmen nach dieser die ungefähren Kosten. Man könnte auch, wenn die Basis von Tralles (der glücklicherweise uns das Nachmessen nicht mehr übel nehmen kann) zu gross schiene, eine kleinere messen und von dieser die Endpunkte der grössern oder die Seiten des ersten Dreyecks bestimmen. Kennen Sie das Buch von Schwerd Die kleine Speyerer-Basis? Ich habe es nur gesehen, aber nicht gelesen; es soll gut seyn. — Ich habe in einem Anfall von Ueberdruss unserm Astronomischen Reisenden*) zu seiner Expedition meinen 6zölligen Münchner Sextanten, der 10″ angiebt, für den kostenden Preis von 12 Ldor angeboten; erstlich, weil ich ihn fürderhin nicht mehr nöthig zur Zeitbestimmung zu haben vorsah, und zweitens, weil ich mir einen noch grössern anschaffen wollte. Er hat ihn nicht genommen, und darüber ist nichts zu sagen, das ist ganz seine Sache. Aber die Gründe, die er dafür anführt, muss ich Ihnen doch mittheilen, weil, was er tadelt, gerade zu den Vorzügen des Instruments gehört, z. B. dass die Theilung auf Silber, nicht auf Messing ist! dass die Theilstriche fein und nicht dick sind, was auch überhaupt ein Fehler von Reichenbachs und Schenks Instrumenten sein soll. Endlich scheint ihm die Structur, Reichenbachs Idee, zu schwach, da das Instrument doch schwerer wiegt und engere Verbindungen hat, als die Troughton'schen. Doch genug über ein solches Kenner-Urtheil.

Fréd. Houriet, Locle 1825 XII 10. — Je suis très flatté, Monsieur, d'être honoré de votre lettre 26e expiré, et de vous remercier de toute mon âme des soins que vous avez daigné prendre par vos nombreuses épreuves scientifiques sur la marche du chronomètre que possède maintenant Mr. le Dr. Brunner à Berne; toutes ces épreuves me sont des plus précieuses pour l'avancement de cet art, aussi je ferai de nouveaux efforts pour parvenir, s'il m'est possible à une plus grande régularité de marche, mais mon âge si avancé pourra bien y porter obstacle.

*) Dr. Sam. Brunner; vergl. die frühern Briefe von Trechsel.

— Ainsi que vous l'avez remarqué, Monsieur, il faut beaucoup plus de tems pour toutes ces observations, car lorsqu'on rechange les horloges de position dans un court interval, il se manifeste des différences assez sensibles, on en remarquera même en oubliant de remonter sa montre seulement un jour, aussi je ne mets jamais en ligne de compte les premiers jours de marche, afin de mettre en bonne harmonie la fluidité des huiles, si je puis m'exprimer ainsi : effectivement la compensation de mon horloge est un peu trop forte d'après votre journal, le remède en est facile, il ne faut que reculer d'une idée les masses compensatrices, pour qu'elles fassent moins d'effets, opération qui peut se faire dans une couple de minutes de tems. Je règle au chaud par le secours d'une caissette en bois avec lampe, appropriée de manière que tout est ostensible sous une glace à coulisse pour obtenir le degré de chaleur convenable, je règle ordinairement de 30 à 35° R ; quand au froid, nous en avons suffisament en hiver, 18 à 25, ce qui est bien au delà du nécessaire ; par simple curiosité, je fis supporter à l'un de mes chronomètres 10 à 11° au dessous du 0, pendant 6 heures de tems, sans écart à mettre en ligne de compte, j'y avais joint une montre ordinaire qui s'arrêta au bout d'un quart d'heure, et qui ne reprit sa marche que par une température de chambre. — Vous m'avez fait grand plaisir, Monsieur, en me donnant les divers prix des chronomètres confectionnés tant à Londres, Paris, qu'à Copenhague ; celui que possède Mr. le Prof. Schumacher, qui marche si supérieurement, est, à Régulateur à tourbillon, exécuté par feu Mr. Breguet, et doit avoir couté 5000 frcs. de France.

Horner an Trechsel, Zürich 1825 XII 19. Ich muss Ihnen noch mit einer Anfrage wegen der Barometer beschwerlich fallen. Diese Instrumente werden allerdings binnen 3—4 Tagen fertig ; allein es treten einige andere Umstände ein, die es nicht wol möglich machen, dass mit dem Neuen Jahre der Beobachtungs-Curs beginnen kann .... Ich hatte Hoffnung gehabt dem Träger einen verständigen, mit diesem Gegenstande wohl bekannten jungen Menschen mitzugeben, sowohl der Aufsicht wegen, als auch der Aufstellung der Instrumente halber, besonders des freyen Thermometers. Dieses war mein Neffe,

den Sie gesehen haben, und der nun nach Genf verreist ist. Nun hat freylich der hiesige Mechanikus Oeri selbst sich angeboten mit aller Rüstung zur Aufstellung und Einrichtung der Werkzeuge versehen, diese Fussreise mit dem Trager zu machen, und noch dazu ein sehr gutes, tragbares Heberbarometer mit weiten Röhren mitzunehmen, damit an jedem Orte das Gefässbarometer nach einem und demselben Normalbarometer zu ajustiren: Allein er findet diese Jahreszeit sowohl wegen seiner um's Neujahr gehäuften Geschäfte, besonders aber wegen der Kürze der Tage, der Schlechtigkeit und Schlüpfrigkeit des benetzten, sowie des gefrorenen Weges, und der Ungewissheit leidlichen Wetters unangemessen, würde aber z. B. später, z. B. im Februar oder Anfangs März dazu bereit seyn. — Ich wünschte nun bei dieser Lage der Dinge von Ihnen zu vernehmen, ob Sie der Meinung seyen, dass man dieses Anerbieten mit seinen Vortheilen und Nachtheilen annehmen, oder aber einen Trager allein und unaufbesichtigt an diejenigen Orte, wo der Beobachter keiner nähern Instruction bedarf, z. B. Bern, Basel, Aarau, Genf hinschicken solle, wo wir freylich das Risico des Transportes auf uns selbst nehmen müssen. — Würden Sie für das Warten entscheiden, so sollten wir, die mit guten Barometern versehen sind, uns vom neuen Jahre an verabreden, die drey Beobachtungen mit unsern Instrumenten zu machen, für welche dann leicht später die nöthige Correction, wenn sie wirklich stattfindet, gefunden werden kann. (Forts. folgt.)

[R. Wolf.]

Astronomische Mittheilungen

Dr. Rudolf Wolf.

XLVIII. Ueber den Einfluss einer nicht ganz richtigen Einführung der Temperatur auf die Polhöhe-Bestimmungen; Studie von Herrn Alfred Wolfer über den Gang des Mairet'schen Regulators der Zürcher Sternwarte; Fortsetzung des Verzeichnisses der Instrumente, Apparate und übrigen Sammlungen der Zürcher Sternwarte.

Herr Gaillot hat, nach einer der Pariser Academie am 4. November 1878 gemachten Vorlage, die 1077 in den Jahren 1856—1861 am Gambey'schen Kreise der Pariser Sternwarte erhaltenen Polhöhenbestimmungen, deren Mittel

48° 50′ 11″,80 (Extreme 8″,63 und 14″,28)

betrug, in verschiedener Weise zusammengestellt, und so unter Anderm, indem er den «Excès de la moyenne mensuelle sur la moyenne générale» berechnete, ein ganz interessantes Resultat erhalten. Er fand nämlich, dass der erwähnte Excess für die zwölf Monate die Werthe annehme

	″		″
Januar	—0,23	Juli	0,25
Februar	—0,06	August	0,16
März	—0,03	September	0,13
April	0,10	October	—0,07
Mai	0,16	November	—0,11
Juni	0,25	Dezember	—0,27

welche er sehr nahe durch die Formel

$$\vartheta\varphi = 0'',20 \cdot \sin\left(\frac{360°}{365{,}25}\,(n - 95)\right)$$

wo n die Anzahl der seit Anfang Jahres verflossenen Tage

Tab. I.

Δt	$\Delta \varphi$	P	Δt	$\Delta \varphi$	P	Δt	$\Delta \varphi$	P	Δt	$\Delta \varphi$	P
°	"		°	"		°	"		°	"	
−2,2	**9**,76	0,1	6,1	10,02	0,4	9,3	10,13	1,0	12,4	10,02	0,2
−0,9	10,14	0,05	6,3	10,12	0,4	9,4	9,96	0,4	12,4	9,88	0,5
−0,8	**9**,71	0,05	6,3	10,19	0,3	9,6	9,89	1,0	12,6	9,85	0,8
0,2	9,84	0,1	6,5	9,82	0,3	9,7	**9**,78	0,3	12,7	9,95	0,05
0,8	9,83	0,4	6,6	9,82	0,1	9,7	9,92	1,0	12,8	**10**,21	0,6
0,8	9,79	0,6	6,6	9,83	0,2	9,8	9,91	0,5	12,8	9,96	0,4
0,9	**10**,30	0,01	6,6	9,98	0,1	9,8	10,12	0,4	12,8	9,99	1,0
1,5	9,86	0,7	6,7	9,86	0,6	10,1	10,16	0,6	13,0	9,84	0,3
1,6	9,95	0,05	6,8	10,06	0,1	10,1	10,01	0,3	13,1	10,16	0,9
1,9	9,98	0,05	6 8	10,03	0,4	10,1	10,11	0,5	13,2	**10**,89?	0,1
2,2	10,14	2,0	6,8	9,98	0,6	10,1	9,90	1,0	13,2	9,94	0,9
2,3	9,80	0,3	6,9	10,08	0,2	10,2	9,94	0,3	13,2	10,13	0,5
2,4	9,88	0,6	7,1	10,18	0,1	10,2	10,04	0,1	13,2	9,84	0,6
2,5	10,11	0,3	7.1	9,98	0,7	10,2	9,99	0,9	13,2	9,99	1,0
2,5	9,95	0,4	7,3	10,19	0,6	10,3	9,88	0,1	13,3	10,06	1,0
2,9	9,91	0,1	7,4	9,96	0,2	10,3	**10**,30	0,01	13,3	9,93	0,2
3,0	10,10	0,4	7,4	10,00	0,6	10,4	9,97	0,2	13,4	**10**,23	0,3
3,5	**10**,25	0,1	7,5	9,96	0,5	10,4	10,14	1,0	13,4	9,90	1,0
3.5	9,89	0,5	7,5	9,95	0,4	10,5	10,02	1,0	13,4	9,95	0,3
3,7	9,86	0,6	7,7	9,99	0,05	10,5	10,05	0,9	13,6	10,01	0,4
3,8	9,92	0,05	7,8	**10**,31	0,2	10,5	10,15	0,2	13,6	9,95	1,0
3,8	10,14	0,5	7,8	10,02	0,3	10,7	9,91	0,6	13,7	**9**,78	0,9
4,5	9,83	0,3	7,8	9,91	2,0	10,7	9,88	0,3	13,9	9,86	0,3
4,6	10,06	0,4	8,2	9,92	0,3	10,8	10,13	0,3	14,0	9,90	1,0
4,7	10,18	0,3	8,2	9,83	0,6	11,0	9,91	0,9	14,0	9,97	1,0
4,9	9,85	0,1	8,2	10,05	0,2	11,2	10,14	0,2	14,3	10,14	0,9
4,9	10,13	1,0	8,3	9,92	1,0	11,3	10,00	0,4	14,3	9,90	0,6
4,9	9,83	0,5	8,4	10,02	0,6	11,5	**10**,22	0,3	14,5	10,03	0,1
5,0	10,16	0,5	8,5	10,01	0,05	11,5	10,19	0,5	14,5	**9**,74	0,6
5,4	9,81	0,05	8,6	9,98	0,9	11,5	9,80	0,8	14,7	10,16	0,2
5,4	9,79	0,3	8,7	10,09	0,1	11,7	10,19	1,0	14,9	**9**,72	0,3
5,6	9.80	0,3	8,7	10,04	1,0	12,0	10,04	0,6	14,9	9,79	0,9
5,7	9,96	0,2	8,8	**9**,72	0,05	12,1	10,01	0,5	14,9	**10**,21	0,7
5,8	9,91	0,6	8,8	9,99	0,5	12,1	9,79	0,1	15,5	**9**,61?	0,1
5,9	10,20	0,05	9,0	10,12	0,1	12,1	10,17	1,0	15,5	9,97	0,1
5,9	10,16	0,9	9,1	9,93	1,0	12,1	10,00	1,0	15,7	9,89	0,3
6,0	9,79	0,4	9,2	10,06	1,0	12,2	9,97	0,3	15,9	10,17	0,1
6,0	10,16	0,6	9,3	10,00	0,2	12,3	10,11	0,7	15,9	9,89	0,2
6,0	10,12	0,6	9,3	10,10	0,05	12,4	9,89	0,4	16,0	**9**,78	0,5
6,1	10,13	2,0	9,3	10,12	1,0	12,4	9,90	0,7	16,1	9,97	0,1

Tab. II.

Δt	Min.	Max.
−2°,2	9″,76	
−0 ,8	71	
0 ,9		10″,30
3 ,5		25
7 ,8		31
8 ,8	72	
9 ,7	78	
10 ,3		30
11 ,5		22
12 ,8		21
13 ,2		89?
13 ,4		23
13 ,7	78	
14 ,5	74	
14 ,9	72	21
15 ,5	61?	
16 ,0	78	

Tab. III.

Gruppe	t	φ		D
I	10°,13	47°22′ 39″,84	±0″,02	0″,14
II	11 ,96	40 ,01	04	— 03
III	13 ,98	39 ,97	05	01
IV	15 ,24	40 ,05	05	— 07
V	15 ,80	39 ,98	04	00
VI	16 ,53	40 ,02	03	— 04
VII	17 ,43	39 ,95	03	03
VIII	18 ,35	40 ,03	02	— 05
IX	19 ,00	40 ,00	04	— 02
X	19 ,63	40 ,01	03	— 03
XI	20 ,52	39 ,98	05	00
XII	21 ,41	40 ,05	04	— 07
XIII	22 ,08	40 ,02	06	— 04
XIV	22 ,56	39 ,99	03	— 01
XV	23 ,34	39 ,93	04	05
XVI	24 ,60	39 ,90	06	08
Mitt.	18°,28	47°22′ 39″,983	±0,041	± 0″,056

bezeichnet, darstellen konnte. Wie es übrigens Herr Gaillot selbst auch ausgesprochen hat, liegt in dieser Reihe offenbar ein Temperatur-Einfluss vor, und zwar wahrscheinlich die Einführung einer etwas unrichtigen Temperatur in die Refractionstafel. Es interessirte mich nun zu untersuchen, ob sich in meiner, in Nr. 44 publicirten Reihe von Polhöhen-Bestimmungen auch ein solcher Temperatur-Einfluss zeige, obschon ich demselben schon durch die befolgte Methode der Refractionsbestimmung möglichst vorgebeugt wusste. Ich ordnete daher die damals erhaltenen 160 Serien nach den Temperaturen, und erhielt so die Tab. I, in welcher, wie in jener frühern Mittheilung, Δt den Ueberschuss des Mittels der innern und äussern Tempe-

ratur über 9°,3, $\Delta\varphi$ den Ueberschuss der aus der Serie erhaltenen Polhöhe über 47° 22′ 30″ und P das Gewicht der Bestimmung bezeichnet, und wo die fetten **9** die Minimalwerthe der $\Delta\varphi$ (9,78 und kleiner), die fetten **10** die Maximalwerthe der $\Delta\varphi$ (10,21 und grösser) hervorheben. Es zeigt sich so schon beim ersten Blick auf Tab. I oder die eine Zusammenstellung der extremen Werthe enthaltende Tab. II, dass in den $\Delta\varphi$ kein den Temperaturen entsprechender Gang besteht; aber immerhin habe ich geglaubt, um ganz sicher zu sein, noch folgende Rechnung durchführen zu sollen: Ich theilte die 160 Serien der Tab. I der Reihe nach in 16 Gruppen à 10 Serien, berechnete für jede Gruppe mit Hülfe der Gewichte sowohl die mittlere Temperatur t, als den mittlern Werth der Polhöhe φ und dessen Unsicherheit, und erhielt so die in Tab. III eingetragenen Werthe. Da die Unsicherheiten der φ nicht sehr verschieden ausfielen, so nahm ich nicht nur aus den t, sondern auch aus den φ das einfache Mittel, während ich bei den Unsicherheiten der φ natürlich die Wurzel aus dem Mittel der Quadrate als Mittel beisetzte. Durch Vergleichung des Mittelwerthes der φ mit den einzelnen Werthen die Differenzen D bildend, zeigte sich mir nun aus diesen mit noch grösserer Sicherheit, dass in meinen Polhöhenbestimmungen der von Gaillot in den Pariser Bestimmungen gefundene Gang absolut nicht vorkömmt, worin ich ein gutes Zeugniss für die von mir befolgte Methode erblicke. Mit Hülfe der D noch die Unsicherheit des Mittelwerthes berechnend, fand ich so aus dieser Zusammenstellung

$$\varphi = 47° 22' 39'',983 \pm 0'',014$$

während ich in Nr. 44 als Schlusswerth

$$\varphi = 47° 22' 39'',991 \pm 0'',004$$

erhalten hatte, so dass auch auf diese Weise eine erfreuliche Uebereinstimmung hervorgeht.

Nach ärgerlichen Störungen, welche sich im Sommer 1875 dadurch ergaben, dass mein damaliger Assistent in meiner Abwesenheit längere Zeit nicht bemerkte, dass die für mittlere Zeit bestimmte Normaluhr plötzlich eine Störung ihres Ganges erlitten hatte, führte ich die Uebung ein, zur Controle jeden Nachmittag (ganz abgesehen von den bei Beobachtungen ohnehin vorgenommenen Vergleichungen) die sämmtlichen im Dienste stehenden Uhren durch Ruf-Signale, welche ich in der Regel selbst abgebe, mit einander zu vergleichen, und es hat sich daraus nun bereits ein grosses Material gesammelt, dessen Bearbeitung einige nicht uninteressante Resultate ergeben dürfte. Als Grundlage einer solchen Bearbeitung war es aber vor Allem aus nöthig, den Gang der besten dieser Uhren, des mit einer Quecksilber-Compensation versehenen Regulators von Sylvain Mairet in Locle, welchen ich früher nur vorläufig aus kürzern Reihen bestimmt hatte (v. Mitth. Nr. 31), mit Hülfe der auf ihn übergetragenen Zeitbestimmungen möglichst genau, und namentlich auch in Beziehung auf Temperatur- und Barometer-Einfluss, zu studiren. Ich beauftragte daher meinen gegenwärtigen Assistenten, Herrn Alfred Wolfer, diese Studie zu unternehmen, wobei wir einerseits übereinkamen nur die seit 1876 II 18 erhaltenen Zeitbestimmungen dafür zu verwenden, da die Uhr Anfangs Februar 1876 neues Oel erhalten hatte, — und anderseits die Intervalle, aus welchen die Gänge bestimmt werden sollten, nicht zu kurz (durchschnittlich nicht unter einer Woche) zu nehmen, um der Unsicherheit der Vergleichung durch Rufsignale nicht einen zu grossen Einfluss einzuräumen. Herr Wolfer hat mir nun über

Gang und Ergebnisse seiner Untersuchungen folgenden Bericht erstattet:

«Es wurden von den seit 1876 II 18 angestellten Zeitbestimmungen im Ganzen 171, deren jede aus mindestens 4 Durchgängen und vollständiger Bestimmung der Instrumentalfehler besteht, ausgewählt und die daraus resultirenden Gänge mit den entsprechenden meteorologischen Daten, die sich aus den täglich um 7^h 1^h und 9^h im Meridiansaal angestellten Terminbeobachtungen ergaben, nach dem einfachen Ausdrucke

$$g = A + B\,t + C\,(b—700)$$

wo g den täglichen Gang, t die Temperatur in $C.$, b den Baromerstand in Mm. und A, B, C zu bestimmende Constanten bezeichnen, in Zusammenhang gesetzt.

«Zunächst zeigen die 3 folgenden aus ca. jährlichen Intervallen abgeleiteten mittlern Gänge:

			g	t	b—700
1876 II 18	—	1876 XII 31	—1ˢ.08	14°.9	20ᵐᵐ.0
1876 XII 31	—	1878 I 1	—0 .98	13 .4	21 .1
1878 I 1	—	1878 XII 12	—1 .14	13 .6	21 .4

die beinahe denselben mittlern Temperaturen und Barometerständen entsprechen, also direct vergleichbar sind, eine genügende Uebereinstimmung, um, wenigstens vorläufig, zur Berechnung der Coefficienten B und C die Combination aller Gänge ohne Rücksicht auf die Zeit aus der sie stammen, zu erlauben. Die gleichzeitige Bestimmung dieser Coefficienten nach der Methode der kleinsten Quadrate bietet jedoch einige Schwierigkeiten, wenn wie im vorliegenden Falle niedere Temperaturen und Barometerstände (und entsprechend hohe) sehr häufig gleichzeitig auftreten, und es empfahl sich desshalb nach einigen Versuchen folgender Weg successiver Annäherung als der

sicherste. Aus der Gesammtheit aller Gänge wurden 50, bei denen der Barometerstand nur zwischen 19.0 und $22^{mm}.0$ (die ungefähr den mittlern Barometerstand von Zürich einschliessen), die Temperatur aber möglichst stark variirte, ausgewählt, nach Temperaturen geordnet und in 10 Gruppen von je 5 vertheilt; das Mittel jeder Gruppe ergab eine Bedingungsgleichung

$$g = A' + Bt$$

wo A' den der Temperatur 0° und dem mittlern Barometerstande $720^{mm}.5$ entsprechenden Gang bezeichnet und aus den 10 Gleichungen, denen für den einstweiligen Zweck gleiche Gewichte gegeben wurden, konnte nach der Methode der kleinsten Quadrate ein vorläufiger Temperaturcoëfficient

$$B' = 0^s.0317$$

berechnet werden, ohne auf den Barometerstand (bei nur 3^{mm} Variation) Rücksicht nehmen zu müssen.

«Auf ähnlichem Wege erfolgte die Bestimmung eines angenäherten Barometercoëfficienten, indem aus allen Gängen 80 ausgewählt wurden, bei denen der Barometerstand soviel als möglich, die Temperatur aber nur zwischen 7 und 19° schwankte; dieselben wurden mit $B' = 0.0317$ auf 0° reducirt, nach Barometerständen geordnet und aus ihnen 10 Gruppen zu je 8 gebildet, deren Mittelwerthe 10 Bedingungsgleichungen von der Form

$$g = A'' + C(b - 700)$$

lieferten, aus welchen sodann, ebenfalls bei gleichen Gewichten, der Annäherungswerth

$$C' = 0^s.0184$$

folgte. Nun wurden weiter 120 Gänge ausgesucht, die über das ganze Temperaturintervall verbreitet waren und bei denen der Barometerstand zwischen 715 und 725^{mm}

schwankte; mit $C' = 0.0184$ auf 700^{mm} reducirt und in 12 Gruppen zu 10 vertheilt, ergaben sie 12 Mittelgleichungen, aus denen, immer noch unter Annahme gleicher Gewichte, ein zweiter Werth von B

$$B'' = 0^s.0290$$

bestimmt wurde. Derselbe weicht von dem frühern B' nur wenig ab und es konnte daher beim nächsten Schritte bereits der definitive Barometercoëfficient berechnet werden.

«Zunächst wurden alle Gänge mit $B'' = 0.0290$ auf $0°$ reducirt, sodann nach Barometerständen geordnet und, da die letztern ihrer Grösse nach ziemlich gleich vertheilt sind, in 10 Gruppen von je 17 Einzelgängen zusammengefasst; die Gänge in jeder Gruppe wurden mit $C' = 0.0184$ auf den zugehörigen mittlern Barometerstand reducirt, wobei ein eventueller kleiner Fehler von C' wegen der geringen Schwankungen des Barometerstandes innerhalb einer Gruppe (Max. 3^{mm}) keinen merklichen Einfluss gewinnen konnte, aus den so reducirten Gängen das Mittel gezogen und der mittlere Fehler des letztern berechnet, wie folgt:

Mittl. Gang	$\pm f$	b—700	P	Beob.-Rechg.
—1ˢ.605	0ˢ.036	10.7^{mm}	1.4	+0ˢ.042
—1 .592	0 .036	15.0	1.4	—0 .016
—1 .576	0 .038	17.3	1.3	—0 .037
—1 .538	0 .039	19.3	1.2	—0 .031
—1 .498	0 .036	20.3	1.4	—0 007
—1 .473	0 .042	21.4	0.8	+0 .001
—1 .461	0 .045	22.2	0.7	—0 .004
—1 .432	0 .051	23.4	0.6	+0 .010
—1 .394	0 .039	24.8	1.2	+0 .025
—1 .349	0 .061	27.8	0.4	+0 .022
	0 .041			±0 .026 ($P = 1$)

Mit Berücksichtigung der in der Columne P enthaltenen

aus den mittlern Fehlern f sich ergebenden Gewichte lieferten die 10 Gleichungen für C den definitiven Werth

$$C = 0^s.0160 \pm 0^s.0021$$

dessen Abweichung von C' nahe mit der Fehlergrenze übereinstimmt. Ferner ergibt sich die mittlere, dem Gewichte 1 entsprechende Abweichung zwischen den beobachteten und den mit C rückwärts berechneten Gängen $= \pm 0^s.026$, während der mittlere Fehler eines der 10 Mittelgänge $= \pm 0^s.041$ gefunden worden war, so dass also die letztern in ganz befriedigender Weise dargestellt sind.

«Auf demselben Wege erfolgte endlich die Bestimmung des definitiven Temperaturcoëfficienten, indem vorerst alle Gänge mit dem obigen Werthe C auf 700^{mm} reducirt und dann in 10 Gruppen, die je ungefähr ein Intervall von 2° enthielten, vertheilt wurden; nachdem die in jeder Gruppe vorhandenen 17 Gänge mit $B'' = 0.0290$ auf die Mitteltemperatur derselben reducirt waren, ergaben sich die folgenden 10 Mittelwerthe mit den zugehörigen mittlern Fehlern f:

Mittl. Gang	$\pm f$	t	P	Beob.-Rechg.
$-1^s.700$	$0^s.048$	2°.2	0.6	$+0^s.038$
—1 .696	0 .045	4 .9	0.7	—0 .033
—1 .628	0 .047	6 .7	0.6	—0 .015
—1 .548	0 .029	8 .4	1.7	+0 .019
—1 .417	0 .044	11 .3	0.7	+0 .073
—1 .406	0 .033	14 .2	1.3	+0 .002
—1 .368	0 .031	16 .9	1.4	—0 .033
—1 .307	0 .036	19 .4	1.1	—0 .042
—1 .212	0 .039	21 .5	1.0	—0 .004
—1 .047	0 .039	24 .1	1.0	+0 .089
	0 .039			$\pm$0 .041 ($P = 1$)

aus welchen mit Benutzung der Gewichte P der Temperaturcoëfficient

$$B = 0^s.0274 \pm 0^s.0023$$

folgte. Es liegt also der vorhin gefundene zweite Annäherungswerth B'' ebenfalls noch innerhalb der Fehlergrenze des definitiven Werthes und die Vergleichung der mittleren, dem Gewicht 1 entsprechenden Abweichung zwischen Beobachtung und Rechnung, die $\pm 0^s.041$ beträgt, mit dem mittlern Werthe von $f = \pm 0^s.039$ zeigt, dass der Temperatureinfluss durch den gefundenen Werth B hinreichend dargestellt ist.

«Im Uebrigen geben die oben angeführten und ganz gut übereinstimmenden Werthe von f

$$\pm 0^s.041 \text{ und } \pm 0^s.039$$

auch ein Urtheil über die Unsicherheit eines einzelnen Ganges, der aus einem Intervall von ungefähr 6 Tagen abgeleitet ist; wenn nämlich im Mittel $f = \pm 0^s.040$ gesetzt wird, so folgt für den mittlern Fehler eines Einzelganges

$$v = f\sqrt{17} = \pm 0^s.165$$

«In der Einleitung zu diesem Berichte ist nun zwar auf die nicht unbedeutende Fehlerquelle der Uhrvergleichungen hingewiesen worden, indessen erscheint dieser Werth von v doch etwas zu unwahrscheinlich gross, als dass ihm nur die zufälligen Fehler der Zeitbestimmungen und Vergleichungen zu Grunde liegen könnten und es geht aus dem Folgenden hervor, dass wirklich systematische Aenderungen des Ganges mit der Zeit zum Theil jene Grösse von v bedingten. Es wurde nämlich statt der oben benutzten eine neue Reihe von Gängen aus etwas grössern, im Mittel 13tägigen und unter sich nicht so verschiedenen

Intervallen aufgestellt, dann die Reduction dieser Gänge auf 0° und 700^{mm} mit $B = 0.0274$ und $C = 0.0160$ ausgeführt und so der diesen Daten entsprechende mittlere Gang A und der mittlere Fehler eines einzelnen Ganges bestimmt; die folgende Zusammenstellung gilt unter g, t und $b-700$ jene beobachteten Gänge mit den entsprechenden Temperaturen und Barometerständen, sowie die daraus berechneten A und ihre Abweichungen v vom Mittel.

			g	t	$b-700$	A	v
1876	II	18					
	III	4	−1^s.14	9°.1	21.2^{mm}	−1^s.73	+0^s.03
		16	−1 .42	7 .6	14.0	−1 .85	−0 .09
		28	−1 .44	5 .6	13.0	−1 .80	−0 .04
	IV	7	−1 .02	13 .8	20.4	−1 .72	+0 .04
		19	−1 .12	12 .0	16.8	−1 .72	+0 .04
	V	6	−1 .16	12 .8	20.1	−1 .83	−0 .07
		18	−1 .14	11 .3	19.5	−1 .76	0 .00
		29	−0 .98	15 .7	21.0	−1 .75	+0 .01
	VI	7	−0 .72	20 .8	22.5	−1 .65	+0 .11
		18	−0 .86	19 .4	19.5	−1 .70	+0 .06
	VII	3	−0 .84	21 .3	20.9	−1 .75	+0 .01
		14	−0 .73	23 .7	25.3	−1 .78	−0 .02
		31	−0 .71	24 .2	23.7	−1 .75	+0 .01
	VIII	12	−0 .79	25 .2	24.6	−1 .87	−0 .11
		28	−0 .64	24 .2	20.8	−1 .63	+0 .14
	IX	15	−0 .81	18 .2	19.3	−1 .62	+0 .14
		29	−0 .94	18 .6	22.8	−1 .81	−0 .05
	X	14	−0 .73	19 .9	20.9	−1 .61	+0 .15
		31	−1 .17	14 .1	20.7	−1 .89	−0 .13
	XI	15	−1 .38	6 .0	21.6	−1 .89	−0 .13
		29	−1 .37	7 .6	19.6	−1 .89	−0 .13
	XII	13	−1 .29	8 .9	15.7	−1 .78	−0 .02
		22	−1 .52	6 .4	11.0	−1 .87	−0 .11
		31	−1 .41	5 .2	18.9	−1 .85	−0 .09
1877	I	14	−1 .22	8 .5	18.0	−1 .74	+0 .02
		24	−1 .24	4 .7	28.3	−1 .82	−0 .06

			g	t	b—700	A	v
1877	II	5	—1ˢ.26	4°.2	25.6ᵐᵐ	—1ˢ.79	—0ˢ.03
		15	—1 .16	7 .3	24.9	—1 .76	0 .00
		28	—1 .26	6 .5	16.8	—1 .71	+0 .05
	III	11	—1 .26	3 .3	18.3	—1 .64	+0 .12
		26	—1 .39	6 .5	12.6	—1 .77	—0 .01
	IV	7	—1 .06	13 .0	18.7	—1 .72	+0 .04
		20	—1 .22	12 .4	14.9	—1 .80	—0 .04
	V	2	—1 .17	11 .8	17.5	—1 .77	—0 .01
		11	—1 .08	13 .1	14.5	—1 .67	+0 .09
		27	—0 .96	15 .2	21.0	—1 .72	+0 .04
	VI	15	—0 .65	22 .7	22.4	—1 .63	+0 .13
		27	—0 .70	23 .8	22.7	—1 .71	+0 .05
	VII	8	—0 .63	22 .7	24.4	—1 .64	+0 .12
		22	—0 .69	21 .9	21.7	—1 .64	+0 .12
	VIII	7	—0 .69	22 .9	23.5	—1 .70	+0 .06
		15	—0 .71	23 .5	21.1	—1 .69	+0 .07
		26	—0 .72	24 .4	23.1	—1 .76	0 .00
	IX	5	—0 .65	22 .6	23.5	—1 .65	+0 .11
		14	—0 .80	20 .4	22.6	—1 .72	+0 .04
		26	—0 .79	17 .0	20.9	—1 .59	+0 .17
	X	6	—0 .82	14 .0	24.1	—1 .59	+0 .17
		19	—0 .88	11 .3	25.6	—1 .60	+0 .16
	XI	2	—1 .01	11 .7	23.5	—1 .71	+0 .05
		11	—0 .90	12 .2	21.7	—1 .58	+0 .18
		21	—1 .11	8 .9	21.9	—1 .70	+0 .06
	XII	1	—1 .18	6 .8	13.0	—1 .58	+0 .18
		15	—1 .02	5 .8	22.2	—1 .53	+0 .23
1878	I	1	—1 .15	2 .6	24.6	—1 .61	+0 .15
		12	—1 .11	1 .6	23.4	—1 .52	+0 .24
		28	—1 .13	1 .5	26.1	—1 .59	+0 .17
	II	10	—1 .16	0 .8	27.7	—1 .62	+0 .14
		20	—0 .96	4 .6	28.3	—1 .54	+0 .22
	III	4	—0 .85	8 .7	28.5	—1 .55	+0 .21
		16	—1 .13	7 .7	25.1	—1 .74	+0 .02
		27	—1 .27	4 .8	20.6	—1 .72	+0 .04
	IV	10	—1 .27	9 .1	14.5	—1 .75	+0 .01
		19	—1 .04	13 .2	21.1	—1 .74	+0 .02

			g	t	b—700	A	v
1878	IV	28	—1ˢ.09	13°.7	15.5mm	—1ˢ.70	+0ˢ.06
	V	11	—0 .92	14 .9	15.6	—1 .58	+0 .18
		26	—0 .86	19 .5	20.6	—1 .72	+0 .04
	VI	5	—1 .15	18 .2	20.9	—1 .98	—0 .22
		17	—1 .09	19 .9	20.3	—1 .96	—0 .20
		26	—1 .03	20 .2	23.9	—1 .96	—0 .20
	VII	5	—0 .97	21 .5	21.0	—1 .90	—0 .14
		16	—1 .03	21 .1	22.7	—1 .97	—0 .21
	VIII	1	—0 .96	23 .2	22.2	—1 .95	—0 .19
		12	—1 .00	22 .3	20.1	—1 .93	—0 .17
		28	—1 .07	21 .7	19.1	—1 .97	—0 .21
	IX	11	—1 .01	21 .6	24.1	—1 .98	—0 .22
		20	—1 .01	17 .4	22.7	—1 .85	—0 .09
	X	2	—1 .09	16 .6	21.1	—1 .88	—0 .12
		15	—1 .17	15 .6	23.1	—1 .97	—0 .21
		29	—1 .23	14 .7	17.2	—1 .91	—0 .15
	XI	10	—1 .48	6 .7	17.8	—1 .94	—0 .18
		17	—1 .54	6 .6	12.5	—1 .92	—0 .16
		29	—1 .61	5 .5	17.7	—2 .04	—0 .28
	XII	12	—1 .60	2 .4	14.9	—1 .91	—0 .15
						—1 .762	± 0 .133

Der mittlere Fehler eines dieser 13tägigen Gänge beträgt also immer noch ± 0ˢ.133, während man, unter Voraussetzung bloss zufälliger Fehler, hätte erwarten sollen, dass derselbe sich etwa auf die Hälfte des frühern Betrages ± 0ˢ.165 reducirte. Bei näherer Betrachtung der v zeigt sich aber in der That eine systematische Aenderung des mittlern Ganges während längerer Zeitabschnitte, die zum grossen Theil jenen mittlern Fehler 0ˢ.133 erklärt, über deren Verlauf und Ursache allerdings erst an der Hand weitern Materials ein Urtheil zu bilden sein wird. Damit fällt nun die früher gemachte Voraussetzung über die unmittelbare Vergleichbarkeit aller Gänge dahin, und es war, in Ermangelung einer ausreichenden Darstel-

lungsform jener Anomalien, wenigstens angegeben, diejenigen Gänge, bei welchen die Abweichungen v während längerer Zeit vorherrschend im gleichen Sinne auftreten, je für sich in eine Gruppe zusammenzufassen und aus diesen die Coefficienten B und C neu zu berechnen.

Der ganze Zeitraum wurde daher in die 3 Abschnitte

1876 II 18 — 1877 II 15
1877 II 15 — 1878 V 26
1878 V 26 — 1878 XII 12

getrennt, von denen zwar der erste positive wie negative, aber überhaupt keine so grossen Abweichungen aufweist, während der zweite ausschliesslich positive, der dritte nur negative enthält. Im Uebrigen war der Gang der Rechnung für jede der 3 Gruppen derselbe wie früher für die Gesammtheit und es sind daher im Folgenden nur die Schlussresultate angeführt:

Gruppe	B	C
I	$0^s.0311 \pm 0^s.0018$	0.0157 ± 0.0016
II	0.0283 ± 0.0024	0.0189 ± 0.0028
III	0.0288 ± 0.0016	0.0142 ± 0.0015

Die Verbindung derselben nach Maassgabe der aus ihren mittlern Fehlern resultirenden Gewichte lieferte sodann

$$B = 0.0295$$
$$C = 0.0155$$

also Werthe, die noch in die Fehlerbereiche der frühern fallen.

Mit diesen Coefficienten wurden nun endlich in jeder der 3 Gruppen die Gänge auf 0^0 und 700 ^{mm} reducirt und die folgenden mittlern Gänge A für diese Daten, sowie

ihre Abweichungen v von den jeweiligen Mitteln berechnet:

I		II				III	
A	v	A	v	A	v	A	v
s	s	s	s	s	s	s	s
−1.76	+0.05	−1.72	−0.03	−1.63	+0.06	−2.03	−0.04
−1.87	−0.06	−1.66	+0.03	−1.73	−0.04	−2.00	−0.01
−1.81	0.00	−1.79	−0.10	−1.61	+0.08	−2.01	−0.02
−1.76	+0.05	−1.74	−0.05	−1.73	−0.04	−1.94	+0.05
−1.74	+0.07	−1.82	−0.13	−1.59	+0.10	−2.02	−0.03
−1.87	−0.06	−1.80	−0.11	−1.55	+0.14	−2.00	−0.01
−1.79	+0.02	−1.71	−0.02	−1.63	+0.06	−1.99	0.00
−1.78	+0.03	−1.75	−0.06	−1.54	+0.15	−2.02	−0.03
−1.70	+0.11	−1.69	0.00	−1.60	+0.09	−2.04	−0.05
−1.75	+0.06	−1.77	−0.08	−1.63	+0.06	−1.89	+0.10
−1.81	0.00	−1.70	−0.01	−1.56	+0.13	−1.92	+0.07
−1.84	−0.03	−1.68	+0.01	−1.57	+0.12	−2.01	−0.02
−1.80	+0.01	−1.74	−0.05	−1.77	−0.08	−1.94	+0.05
−1.93	−0.12	−1.74	−0.05	−1.75	−0.06	−1.97	+0.02
−1.69	+0.12	−1.81	−0.12	−1.78	−0.09	−1.93	+0.06
−1.66	+0.15	−1.69	0.00	−1.77	−0.08	−2.06	−0.07
−1.86	−0.05	−1.77	−0.08	−1.74	−0.05	−1.986	±0.049
−1.66	+0.15	−1.63	+0.06	−1.61	+0.08		
−1.92	−0.11	−1.62	+0.07	−1.77	−0.08		
−1.91	−0.10		−1.694		± 0.080		
−1.91	−0.10						
−1.81	0.00						
−1.89	−0.08						
−1.87	−0.06						
−1.76	+0.05						
−1.84	−0.03						
−1.80	+0.01						
−1.78	+0.03						
−1.813	±0.076						

«In allen drei Gruppen tritt zwar immer noch jene Variation des mittlern Ganges mehr oder weniger deutlich

hervor und der mittlere Fehler v ist desshalb in den beiden ersten Gruppen, die längere Zeiträume umfassen, wesentlich grösser als im dritten, kürzesten Abschnitte. Der Gang der Uhr darf sonach während kürzerer Perioden als sehr befriedigend bezeichnet werden, dagegen kann über die Regelmässigkeit desselben während grösserer Zeiträume kein bestimmtes Urtheil abgegeben werden, so lange nicht eine möglichst erschöpfende Ausdrucksform der anscheinend gesetzmässigen Aenderung des Ganges mit der Zeit gefunden ist.»

Für die Weiterführung und Verwerthung dieser Untersuchung auf eine spätere Mittheilung verweisend, gebe ich zum Schlusse noch eine Fortsetzung des in Nr. 29 begonnenen, dann wiederholt und zuletzt noch in Nr. 47 fortgesetzten Verzeichnisses der Instrumente, Apparate und übrigen Sammlungen der Zürcher Sternwarte:

237) Einige Schulhefte aus dem Anfange des Jahrhunderts. — Aus dem Nachlasse des Herrn Dr. David Wiser sel. erhalten.

Es sind Hefte über Geometrie, Trigonometrie, Mechanik und Mathematische Geographie, welche der sel. Wiser in den Jahren 1816—18 als Schüler der Kunstschule in Zürich ausarbeitete, und die uns eine ganz interessante Einsicht in die damalige Unterrichtsweise verschaffen. Der betreffende Lehrer war, wenigstens für die drei ersten Fächer, unzweifelhaft Leonhard Keller, für welchen Bd. 2, pag. 385—86 meiner Biographien verglichen werden kann.

238) Panoramen und Skizzen von Ingenieur Müller von Engelberg. — Geschenkt von der Familie Müller.

Ausser der unter Nr. 99 verzeigten Auswahl von 120 Blättern, umfasst die von der Familie Müller gemachte Schenkung noch mehr als 800 andere, theils in losen Blättern, theils in 7 Taschenbüchern enthaltene Panoramen und topographische

Zeichnungen, welche nun unter gegenwärtiger Nummer, die zwei Convolute und die besagten 7 Taschenbücher umfasst, zum Andenken an den Fleiss unsers ausgezeichneten Müller zusammengestellt sind.

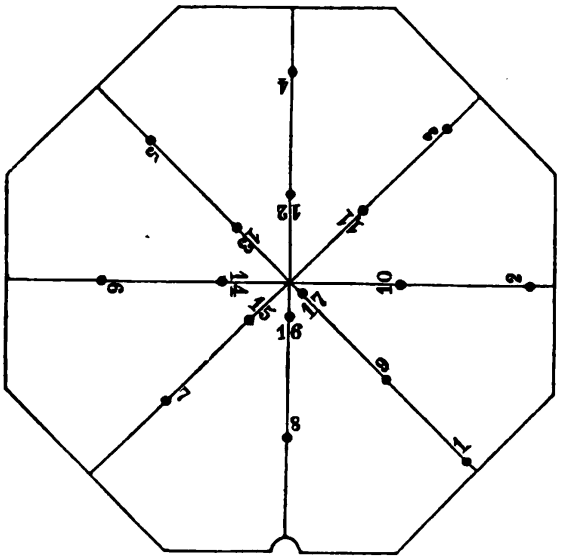
239) Vier alte Kalender. — Geschenkt von Prof. Wolf.

Es sind folgende vier Kalender: **1.** „Almanach unnd Schreib Kalender, sampt verenderung des Wetters, mit eingefürter Practic, auff das Jahr 1577. Calculirt und beschrieben durch Leonhard Thurneisser zum Thurn." **2.** „Alter und Newer Schreib Calender, mit dem Stand Lauff und Aspecten, Sonnen, Monds, und der andern Planeten, auch den gemeinen Astrologischen erwehlungen. Auff 1608. Calculieret und beschrieben durch Simonen Marium". **3.** „Alter unnd Newer Schreib-Kalender auff 1618. Mit dem Stand, Lauff und Fürnembsten Aspecten der sieben Planeten, sampt den Erwehlungen, unnd gemeine Mondswitterung. Durch David Fabricium". **4.** «Neuer und Alter Schreib Kalender aufs Jahr 1745 mit dem Lauff der Sonnen, Monds und anderer Planeten, Aspecten samt den Astrologischen Erwöhlungen und einer vollkommenen Practick. Calculiert und gestellt durch Jacobum Rosium". — Nr. 1 gibt den Römischen und Julianischen Kalender, während Nr. 2—4 den Julianischen und Gregorianischen Kalender haben. Alle vier enthalten Angaben über Sonnenaufgang, Aspecten, Finsternisse, muthmaassliche Witterung, etc., geben Gesundheitsregeln und Erwählungen (gute und böse Tage für Aderlass, Purgiren, etc.), und am Schlusse Prognostiken. Speciell mag angeführt werden, dass, während Thurneisser und der fingirte Rosius in ihren Prognostiken nur den gewohnten astrologischen Kram vorführen, Fabricius und noch mehr Marius da und dort ganz interessante Daten einschalten, — Ersterer namentlich Angaben über in frühern Jahren eingetretene Witterungserscheinungen, Letzterer auch einige astronomische Angaben. So z. B. erzählt Marius von Conjunctionen und Finsternissen, welche er zu Anspach beobachtet habe, von seiner Bestimmung der geographischen Lage dieses Ortes, etc., und sagt in Beziehung auf den neuen Stern im Ophiuchus: „Johan Krab (Krabbe in Wolfenbüttel) macht

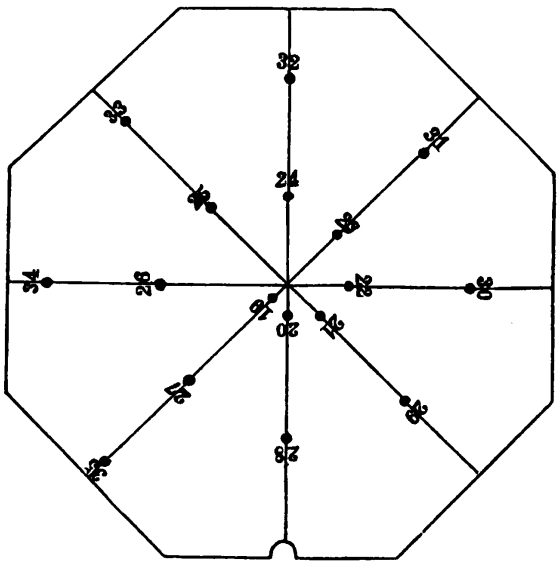
s. Instrumenta verdächtig, dieweil er vorgeben, dass der neue Stern Anno 1604 und 1605 einen proprium motum hab gehabt, da doch weter ich zu Padua, noch der vortreffliche Johan Kepler zu Prag in Behem, oder auch der wolgelehrt Herr David Fabricius weit gegen mitternacht haben observirt, dass dieser Stern im geringsten kein bewegung gehabt hab, ausser dem motu diurno, wie zu seiner zeit soll angezeigt werden". — Einige in diese verschiedene Kalender handschriftlich eingetragene meteorologische Notizen übergehe ich hier, da mir die Beobachtungsorte unbekannt sind.

240) Verschiedene ballistische Hülfsmittel. — Geschenkt von Hrn. Maler Vogel und Ingenieur Hans v. Muralt.

Das von Herrn Vogel geschenkte Etui enthält znnächst einen Galilei'schen Proportionalzirkel, der ausser der gewohnten Scale „Les parties Egalles" noch eine zweite, mit „Wurf Linie" bezeichnete Scale hat, welche sin 2α so gibt, dass der bei $\alpha = 45°$ aufgetragene Werth dem 100 der ersten Scale entspricht, und somit die Wurfweiten bei verschiedenen Elevationen in Procenten der grössten Wurfweite abzugreifen erlaubt. An dem einen Ende des Zirkels kann ein Ocular diopter, am andern ein Objectivdiopter aufgeschraubt werden, so dass das Ganze bei vollständig geöffnetem Zirkel ein Diopterlineal repräsentirt. — Ausser dem Proportional-Zirkel enthält das Etui noch einen „Aufsatz um die Stücke auf eine jede Distanz nach Punkten zu richten", — zwei an irgend ein nicht mehr vorhandenes Instrument anzuschiebende Stäbe mit entsprechender geradliniger Theilung, — und einen leeren Raum, in welchem vor Zeiten ein gemeiner Zirkel gelegen haben mochte. Der Aufsatz ist ein regelmässiges Achteck, dessen Apothema 18 Theile beträgt, und hat eine Anzahl Löcher, welche eine Art Spirale bilden, und so angebracht sind, dass, wenn man den Aufsatz auf irgend eine seiner Seiten stellt, die Höhe des über ihr liegenden Loches so viele Theile beträgt, als seine Nummer anzeigt. Für die praktischen Regeln, welche zur Zeit beim Gebrauche des Aufsatzes zum Richten der Geschütze in Anwendung kamen, mag hier auf das „Neujahrstück der Konstabler auf 1769" verwiesen, und nur beiläufig bemerkt werden, dass sie auf der Annahme beruhten, es ver-



Vordere Seite.



Rückseite.

halten sich die Wurfweiten nahe wie die Höhen der je als Visirlöcher benutzten Punkte. — Von den durch Herrn v. Muralt geschenkten drei Aufsätzen ist Einer genau gleich demjenigen in dem Etui, indem seine 18 Theile wie bei jenem zusammen 31^{mm} betragen, — ein Zweiter hat dieselbe Construction, aber seine 18 Theile betragen zusammen nahe 38^{mm}, so dass ein Theil nahe entsprechend der frühern Zürcherischen Ordonnanz eine Zürcher-Duodecimallinie beträgt, — und beim Dritten, auf welchem sich „Joh. Jak. Ochsner, Uhrenmacher" als Verfertiger nennt, ist einerseits das Achteck durch ein Zwölfeck von 40^{mm} Apothema ersetzt, und anderseits ist durch eine drehbare Deckscheibe und ein ebenfalls drehbares Stäbchen dafür gesorgt, dass, um Irrungen zu vermeiden, jeweilen alle nicht zu benutzenden Visirlöcher zugedeckt werden können.

241) Theodolit, Boussole und Messtisch. — Zum Theil angekauft, zum Theil von Hrn. Prof. Arnold Escher von der Linth und Mechanicus Kern in Aarau geschenkt.

Der Theodolit ist ein aus dem Nachlasse von Eschmann angekaufter, zur Zeit von der Firma „Reichenbach, Utzschneider und Liebherr in München geliefertes Instrumentchen, dessen Horizontalkreis etwa 14 cm. Durchmesser hat, und mittelst zweier Verniers einzelne Minuten gibt, während statt einem Verticalkreise nur ein Bogen da ist, der Elevationswinkel bis 60 und Depressionswinkel bis 35° gibt. Wohl erst nachträglich ist ein zweiter Verticalaufsatz mit Vollkreis von ebenfalls 14 cm. und Minuten-Ablesung beigefügt worden, an welchem das Fernrohr excentrisch eingesetzt, und so zur Bestimmung von Zenithdistanzen verwendet werden kann. Als Beigaben finden sich eine auf dem Alhidaden-Deckel feste Libelle, ein Vorsteckspiegel und ein Versicherungsfernrohr, — und das ganze Instrument wird mit seiner Axe zwischen die mit vier horizontalen Schrauben beweglichen Platten eines Dreifussstatives eingesetzt. — Eine von Herrn Mechanicus Emil Kern in Aarau geschenkte, von „Develey le jeune à Lausanne“ verfertigte hübsche Boussole von 17 cm. Durchmesser, und ein durch Herrn Professor Arnold Escher von der Linth aus dem Nachlasse seines Vaters geschenktes Messtischblättchen liess ich so vorrichten, um für sie dasselbe Stativ benutzen zu können, — und überdiess liess ich von Herrn Kern eine kleine Alhidade und eine Dosenlibelle construiren, so dass nun das Ganze einen vollständigen kleinen Apparat für einen Geometer repräsentiren kann.

Untersuchungen über das Elementargesetz der Hydrodiffusion

von

H. F. Weber.

[Der Züricher naturforschenden Gesellschaft am 25. November 1878 mitgetheilt.]

Ueber das Elementargesetz, nach welchem die Hydrodiffusion verläuft, hat zuerst A. Fick*) vor 23 Jahren eine Hypothese aufgestellt. Die grosse Analogie, welche zwischen dem Vorgange der Hydrodiffusion und dem Vorgange der Wärmeleitung in starren Substanzen besteht, veranlasste Fick zu der Annahme: das von der Hydrodiffusion befolgte Elementargesetz ist von derselben Form wie das von Fourier zu Anfang dieses Jahrhunderts für die Wärmeleitung in starren Substanzen aufgestellte Elementargesetz. Darnach würde die Salzmenge, die in der Hydrodiffusion in der Richtung der abnehmenden Concentration durch ein beliebiges Flächenelement in einem gewissen Zeitelement hindurchfliesst, proportional sein der Grösse des betrachteten Flächenelements, der Länge des Zeitelements, dem Werthe des negativen Differentialquotienten der Concentration am Orte des Flächenelements nach der Richtung der Strömung und endlich proportional sein einer constanten Grösse, deren Werth von der Natur der Salzlösung abhängt, in welcher die Hydrodiffusion vor sich geht. Diese constante Grösse, sie möge mit k bezeichnet werden, nennt Fick die «Diffusionsconstante».

---

*) Pogg. Annalen der Physik und Chemie, Band 94.

Aus diesem Elementargesetze folgt, dass die Diffusionsconstante k die Salzmenge bedeutet, die während der Zeiteinheit durch die Flächeneinheit wandern würde, falls dem Concentrationsgefälle am Orte dieser Flächeneinheit der unveränderliche Werth eins zukäme. Weiter folgt daraus, dass sich der Verlauf der Diffusion in einem Gefässe, in welchem die Concentration z zu jeder Zeit t nur Function einer einzigen Raumcoordinate x ist, durch die partielle Differentialgleichung

$$\frac{\partial z}{\partial t} = k \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}$$

bestimmt.

In einer Reihe von Messungen versuchte Fick die Richtigkeit dieses hypothetischen Elementargesetzes an der Erfahrung zu prüfen. Er glaubte aus diesen Messungen folgern zu dürfen, dass in der That die Hydrodiffusion nach dem definirten Elementargesetze verläuft und versuchte den numerischen Werth der Diffusionsconstante für wässerige Kochsalzlösung festzustellen. Gegen die von Fick benutzte Messungsmethode sind später wiederholt Einwände erhoben worden; mit Recht, da sein Verfahren so beschaffen war, dass es schlechterdings zu keiner genauen Prüfung auf die Richtigkeit des angenommenen Elementargesetzes dienen konnte. Mehrere Male wurden in den letzten zwanzig Jahren Anläufe gemacht, genauere, namentlich auf optische Principien begründete, Messmethoden zur Verfolgung des Vorganges der Hydrodiffusion anzuwenden, so von Voit*) (1866) und von Johannisjanz**) (1877). Der Erfolg dieser, wie man glaubte, feineren optischen Messmethoden war aber kein grösserer, als der von Fick gewonnene;

*) Annalen der Physik u. Chemie, Band 130.

**) Annalen der Physik u. Chemie, Neue Folge, Band 2.

auch diese neuen Untersuchungen machen es durchaus nicht evident, dass das von Fick hypothetisch angenommene Elementargesetz in aller Strenge in der That das den Vorgang der Diffusion regelnde Naturgesetz ist. Diese neueren Untersuchungen drängen die Ueberzeugung auf, dass entweder alle bis jetzt zur Untersuchung der Diffusion benutzten Messungsmethoden noch zu rohe, unausgebildete sind, oder dass die Diffusion nach einem Elementargesetze abläuft, das von dem Fick'schen erheblich verschieden ist. So fielen z. B. die Werthe, welche Johannisjanz für die Diffusionsconstante einer Kochsalzlösung unter Zugrundelegung des Fick'schen Elementargesetzes aus den Beobachtungen je eines Tages berechnete, für die einzelnen Tage der vieltägigen Beobachtungsreihen bis zu 20% verschieden aus; so fand ferner Johannisjanz einen Mittelwerth für die Diffusionsconstante von Kochsalzlösung, der sich um circa 45 % von dem früher von Fick gefundenen Werthe entfernt; Johannisjanz vermochte keinen Einfluss der Temperatur auf den Verlauf der Diffusion wahrzunehmen, während Fick eine deutlich ausgeprägte Einwirkung der Temperatur constatiren konnte.

In der folgenden Abhandlung soll eine neue Methode beschrieben werden, welche eine äusserst scharfe Prüfung der Richtigkeit des Elementargesetzes der Hydrodiffusion gestattet, welche von sehr einfacher Form ist und welche den Verlauf der Diffusion fast von Zeitmoment zu Zeitmoment deutlich erkennen lässt.

Im Verlaufe der letzten zwei Jahre bin ich anhaltend damit beschäftigt gewesen, eine zu jeder Zeit vollkommen identisch herstellbare Einheit der electromotorischen Kraft zu ermitteln und deren Grösse in absolutem Maasse nach zwei möglichst verschiedenen Methoden festzustellen. Bei

Gelegenheit dieser Untersuchungen war ich bereits im August und September des Jahres 1877 genöthigt, den Einfluss der Concentration der wässrigen Lösungen eines Zink- und eines Kupfersalzes auf die electromotorische Kraft der aus ihnen construirten galvanischen Elemente eingehend zu untersuchen. Wie bereits früher gefunden worden war, ergab sich u. A. dass die electromotorische Kraft des Daniell'schen Elements mit zunehmender Concentration der die Zinkelectrode bespülenden Zinksulphatlösung ab-, mit steigender Concentration der die Kupferelectrode umgebenden Kupfersulphatlösung dagegen zunimmt. Daraus folgt, dass galvanische Elemente, die aus zwei verschieden concentrirten Lösungen von Kupfersulphat oder Zinksulphat und zwei in diese Lösungen eintauchenden Kupfer- oder Zinkelectroden gebildet werden, eine electromotorische Kraft von einer solchen Richtung zeigen müssen, dass der durch dieselbe in einem geschlossenen Kreise hervorgerufene Strom in Folge der Wanderung der Jonen die bestehenden Concentrationsdifferenzen auszugleichen sucht. Durch Beobachtungen von Wild, von Lindig ist schon vor vielen Jahren dargelegt worden, dass diese electromotorischen Kräfte in der That existiren und dass wirklich die aus ihnen entspringenden Ströme durch das Element in der Richtung der zunehmenden Concentration fliessen. Die in allerneuester Zeit von J. Moser angestellten Versuche haben die früheren Beobachtungen vollkommen bestätigt. Wiederholt habe ich ausgedehnte Versuchsreihen angestellt, um den Zusammenhang zwischen der Grösse dieser electromotorischen Kräfte und den Concentrationen der dieselben erzeugenden Salzlösungen empirisch zu ermitteln. Es zeigte sich, dass bei grösseren Concentrationen die electromotorische Kraft zwischen zwei

Zink- oder zwei Kupferelectroden, die in zwei mit einander communicirende, verschieden concentrirte Zink- oder Kupfersulphatlösungen tauchen, innerhalb eines mässig grossen Intervalles der Concentration sehr angenähert proportional der Concentrationsdifferenz der beiden Lösungen ist und dass sie für ein beträchtlich grosses Intervall der Concentration mit vollkommener Genauigkeit durch eine parabolische Function der Concentrationen der beiden Lösungen ausgedrückt werden kann. Ich werde bei der Publication meiner Untersuchungen über «eine empirische Einheit der electromotorischen Kraft und deren absoluter Werth» ausführlicher auf diesen Gegenstand eingehen; hier begnüge ich mich, die Richtigkeit des ausgesprochenen Satzes durch die Anführung einer einzigen Versuchsreihe zu belegen.

Es wurden vier wässerige Lösungen von Zinksulphat bereitet, welche folgende Massen (in Grammen ausgedrückt) von wasserfreiem Salz in der Volumeinheit (Cbcm.) enthielten, d. h. welche folgende Concentrationen besassen:

Lösung I	0.1676
Lösung II	0.2301
Lösung III	0.2858
Lösung IV	0,3213

Ein parallelepipedischer Glastrog wurde durch Einkitten einer porösen Thonplatte in zwei Abtheilungen zerlegt; durch Eingiessen irgend zweier der vier Lösungen in diese Abtheilungen und durch Einsetzen von zwei amalgamirten Zinkelectroden wurde ein galvanisches Element hergestellt, dessen electromotorische Kraft nach der Dubois-Reymond'schen Modification der Compensationsmethode gemessen wurde. Als compensirendes Element wurde ein sehr constantes Daniell'sches benutzt mit der electromotorischen Kraft 11.02×10^{10} $\left[\text{mgr}^{\frac{1}{2}}\ \text{mm}^{\frac{3}{2}}\ \text{sec}^{-2}\right]$ und

dem Widerstande 0.98 *Q.E.* Der Messdraht war ein homogener Neusilberdraht von 1^m Länge und dem Widerstande 2.22 *Q.E.* In dem Kreise, der den Messdraht und das Daniell'sche Element in sich schloss, befand sich ausserdem ein Rheostatenwiderstand im Betrage von 110.0 *Q.E.*, so dass der Gesammtwiderstand dieses Kreises 113.20 *Q.E.* betrug. Bezeichnet λ diejenige Länge des Messdrahts, die man einschalten muss um eine vollkommene Compensation der zu messenden electromotorischen Kraft E der benutzten Combination durch das Daniell'sche Element zu erzielen, so gilt unter den geschilderten Verhältnissen:

$$E = \lambda \times 216.1 \times 10^4$$

Es wurden folgende Einstellungen gefunden:
für die Combination der Lösungen:

	λ	
I und II	305.4 305.0	305.2
I und III	595.5 594.3	594.9
I und IV	795.0 794.0	794.5
II und III	289.0 288.0	288.5
II und IV	488.9 490.1	489.5
III und IV	195.1 194.0	194.5

Diese beobachteten Einstellungen lassen sich durch die Concentrationen z_2 und z_1, die an der Kathode und der Anode der jedesmal benutzten Combination auftreten, in völlig befriedigender Weise durch die parabolische Form ausdrücken:

$$\lambda = a\,[z_2 - z_1]\,[1 + b\,(z_2 + z_1)]$$

Greift man z. B. die Combination der Lösungen I und III und die Combination der Lösungen III und IV heraus und berechnet aus den für diese Combinationen gefundenen Einstellungen und aus den bezüglichen Concentrationen die beiden Constanten a und b, so erhält man die Werthe:

$$a = 371.57$$
$$b = 0.782$$

Aus diesen Werthen ergeben sich für die vier übrigen untersuchten Combinationen die Einstellungen:

304.5: 789.3; 290.5; 485.0

Werthe, die von den beobachteten nur um die Grössen differiren:

—0.7 —5.2 +2.0 —4.5.

Die Differenz zwischen Beobachtung und Rechnung erreicht also in keinem Falle den Werth 1 % der gemessenen Grösse.

Zwei aneinander grenzende Lösungen von Zinksulphat mit den Concentrationen z_2 und z_1 erzeugen also zwischen zwei in diese Lösungen tauchenden Zinkelectroden eine electromotorische Kraft, deren Grösse E durch den Ausdruck darstellbar ist:

$$E = A\,(z_2 - z_1)\,[1 + B\,(z_2 + z_1)]. \qquad (1)$$

sobald die Concentrationen z_2 und z_1 in das Intervall $z = 0.15$ bis $z = 0.35$ fallen.

Mit Hülfe der Relation (1) wird es in gewissen Fällen möglich, aus der gemessenen electromotorischen Kraft, welche zwischen zwei in verschieden concentrirte Zinksulphatlösungen eintauchenden Zinkelectroden auftritt, einen sichern Rückschluss auf die Grösse der Concentrationsdifferenz dieser Lösungen zu machen.

Darauf ist dss Princip der Messungsmethode begründet,

welche ich zur Untersuchung des Elementargesetzes der Hydrodiffusion angewandt habe.

Durch die Zurückführung der Messung der Concentration auf die Messung einer electromotorischen Kraft werden mancherlei Vortheile erreicht, die keine der bisher zur Untersuchung der Diffusion benutzten Methoden darbietet: die Genauigkeit der Messung kann auf eine fast beliebig grosse Höhe getrieben werden; die gemessenen Concentrationen sind nicht, wie bei den bisher in Anwendung gekommenen Untersuchungsmethoden, mittlere Concentrationen dünner Flüssigkeitsschichten, sondern sind Concentrationen, die in gewissen Flächen, nämlich in den die Electroden berührenden Grenzflächen auftreten; endlich gestattet die benutzte Methode, und dieses dürfte ein ganz wesentlicher Vortheil sein, das Diffusionsgefäss in jede beliebige Entfernung vom Messungsorte zu bringen, z. B. an einen erschütterungsfreien Ort, der von selbst eine möglichst constante Temperatur darbietet.

Es wurden zwei wesentlich verschiedene Untersuchungsformen benutzt; die eine verlangt, wie alle bisher benutzten Untersuchungsmethoden, eine verhältnissmässig lange Beobachtungszeit, einen Zeitraum von vielen Tagen, und bereitet in Folge dessen der exacten experimentellen Untersuchung des Diffusionsvorganges mancherlei Schwierigkeiten und Umständlichkeiten; die zweite gestattet die Untersuchung binnen weniger Stunden zum Abschluss zu bringen und gewährt dadurch den Vortheil, wichtige Fragen, wie z. B. den Einfluss der Concentration auf die « Diffusionsconstante », oder den Einfluss der Temperatur auf den Verlauf der Diffusion, in einfacher Weise und binnen kürzester Zeit entscheiden zu können.

Erste Untersuchungsmethode.

Beschreibung der Methode.

Eine ebene, kreisrunde amalgamirte Zinkplatte wurde zur Bodenfläche eines etwa 11.0 cm. weiten Glascylinders gemacht. Auf die Zinkplatte wurde eine luftfreie wässerige Zinksulphatlösung von erheblich starker Concentration [die in den einzelnen Versuchsreihen zwischen 0.250 und 0.350 variirte] bis zur Höhe l_2 cm. eingegossen. Hierauf wurde auf die freie Oberfläche dieser Lösung ein dünnes Korkscheibchen gelegt, auf welches man eine viel weniger stark concentrirte Lösung [die Concentration dieser zweiten Lösung wurde zwischen 0.150 und 0.200 gewählt] aus einem fein ausgezogenen Glasröhrchen langsam träufeln liess. Langsam breitete sich diese letztere Lösung über die untere, stärker concentrirtere aus und es bildete sich eine Trennungsfläche zwischen beiden Lösungen, die vollkommen eben (nur längs des Randes war eine Capillarwirkung in einer Zone von etwa 1.5 mm. Breite sichtbar) und vollkommen spiegelnd war. Als die zweite Lösung die Dicke l_1 cm. erreicht hatte, wurde die Zufuhr unterbrochen und wurde eine genau in den Glascylinder passende, ebene, kreisrunde und amalgamirte Zinkplatte vorsichtig von oben mittelst einer Führung so weit herabgelassen, dass eine vollständige Berührung zwischen der oberen Begrenzungsfläche der oberen Salzschicht und der unteren Fläche der Zinkplatte eintrat. Hiermit war der Versuch für die Messungen vorbereitet. Die Messungen bestanden darin, dass in gewissen, gewöhnlich gleich weit von einander abstehenden Zeitmomenten die electromotorische Kraft gemessen wurde, welche zwischen den beiden Zinkplatten des Diffusionsgefässes vorhanden war. Durch die Feststellung des zeit-

lichen Verlaufes dieser electromotorischen Kraft gewinnt man, wie die folgenden theoretischen Betrachtungen ergeben, ein Mittel zu einer sehr feinen Prüfung auf die Richtigkeit des Fick'schen Elementargesetzes der Hydrodiffusion.

Theorie der Methode.

Wir haben zunächst aus Fick's Elementargesetz und den realisirten Versuchsbedingungen diejenige Function zu ermitteln, welche den Werth der Concentration z irgend einer Schicht in der Tiefe x unter der oberen Electrode zu irgend einer Zeit t darstellt.

Die Concentration z hat zu jeder Zeit und an jedem Ort zwischen $x = 0$ und $= l_1 + l_2$ Fick's Elementargesetz zu erfüllen, d. h. der partiellen Differentialgleichung zu genügen

$$\frac{\partial z}{\partial t} = k \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} \tag{1}$$

Die Grenzbedingungen des Versuches sind:

$$\text{für } x = 0 \text{ ist für alle } t \quad \frac{\partial z}{\partial x} = 0 \tag{2}$$

$$\text{für } x = l_1 + l_2 = L \text{ ist für alle } t \quad \frac{\partial z}{\partial x} = 0 \tag{3}$$

da an der oberen Electrode kein Salz aus-, an der unteren Electrode kein Salz eintritt. Wird als Anfangspunkt der Zeit der Moment der Uebereinanderschichtung der beiden Concentrationen z_2 und z_1 genommen, so gilt als Anfangsbedingung des Versuches:

$$\text{für } t = 0 \left\{ \begin{array}{l} \text{ist } z = z_1 \text{ für alle } x \text{ von } x = 0 \text{ bis } x = l_1 \\ \text{und } z = z_2 \text{ für alle } x \text{ von } x = l_1 \text{ bis } x = l_1 + l_2 = L \end{array} \right\} \tag{4}$$

Ein particuläres Integral der Differentialgleichung (1) ist:

$$z = (A \cos hx + B \sin hx)\, e^{-h^2 k t};$$

die drei Constanten A, B und h sind aus den Anfangs- und Grenzbedingungen des Versuches zu bestimmen.

Es soll erstens

$$\frac{\partial z}{\partial x} = (-hA \sin hx + hB \cos hx)\, e^{-h^2 k t}$$

in der Schicht $x = 0$ für alle t den Werth Null haben; es muss daher B gleich Null gesetzt werden. Es soll ferner derselbe Differentialquotient für $x = L$ ebenfalls für alle t verschwinden; die Constante h muss also so gewählt werden, dass sie die Gleichung

$$h \,.\, L = n\pi, \text{ wo } n = 0, 1, 2, 3 \ldots$$

erfüllt.

Die Summe der particulären Integrale

$$z = \sum_{0}^{\infty} A_n \,.\, \cos\left(\frac{n\pi}{L} x\right) e^{-\frac{n^2\pi^2}{L^2} k t}$$

gibt das allgemeine Integral. Die noch zu bestimmende Constante A_n lässt sich aus den Anfangsbedingungen (4) ermitteln:

für $t = 0$ ist $z = \sum_{0}^{\infty} A_n \,.\, \cos\left(\frac{n\pi}{L} x\right) = z_1$ für alle x von $x = 0$ bis $x = l_1$

und $z = \sum_{0}^{\infty} A_n \,.\, \cos\left(\frac{n\pi}{L} x\right) = z_2$ für alle x von $x = l_1$ bis $x = l_1 + l_2 = L$.

Nach Fourier's Theorem ergibt sich:

$$A_0 = \frac{1}{L}\int_{o}^{L} (z)_{t=o} \,.\, dx = \frac{z_1 l_1 + z_2 l_2}{L}$$

und

$$A_n = \frac{2}{L}\int_{o}^{L} (z)_{t=o} \,.\, \cos\left(\frac{n\pi x}{L}\right) dx = -\frac{2\,(z_2 - z_1)}{\pi} \,.\, \frac{1}{n} \,.\, \sin\left(\frac{n\pi l_1}{L}\right)$$

Die allgemeine, allen Bedingungen Rechnung tragende Lösung ist also:

$$z = \frac{z_1 l_1 + z_2 l_2}{L} - \frac{2(z_2 - z_1)}{\pi} \sum_{1}^{\infty} \frac{1}{n} \cdot \sin\left(\frac{n\pi l_1}{L}\right) \cos\left(\frac{n\pi}{L} x\right) e^{-\frac{n^2\pi^2}{L^2} \cdot kt} \quad (5)$$

Die oben geschilderte Versuchsmethode erlaubt nur die variabeln Concentrationen der Grenzschichten (für $x = 0$ und $x = L$) zu beobachten. Die variable Concentration der oberen Grenzschicht möge mit z', die der unteren Grenzschicht mit z'' bezeichnet werden. Aus (5) findet sich:

$$z' = \frac{z_1 l_1 + z_2 l_2}{L} - \frac{2(z_2 - z_1)}{\pi} \left\{ \sin\left(\frac{\pi l_1}{L}\right) e^{-\frac{\pi^2}{L^2} \cdot kt} + \frac{1}{2} \sin\left(\frac{2\pi l_1}{L}\right) e^{-\frac{4\pi^2}{L^2} \cdot kt} + \right.$$
$$\left. + \frac{1}{3} \sin\left(\frac{3\pi l_1}{L}\right) e^{-\frac{9\pi^2}{L^2} \cdot kt} + \ldots \right\}$$

und

$$z'' = \frac{z_1 l_1 + z_2 l_2}{L} + \frac{2(z_2 - z_1)}{\pi} \left\{ \sin\left(\frac{\pi l_1}{L}\right) e^{-\frac{\pi^2}{L^2} kt} - \frac{1}{2} \sin\left(\frac{2\pi l_1}{L}\right) e^{-\frac{4\pi^2}{L^2} kt} + \right.$$
$$\left. + \frac{1}{3} \sin\left(\frac{3\pi l_1}{L}\right) e^{-\frac{9\pi^2}{L^2} kt} - \ldots \right\}$$

also

$$z'' - z' = \frac{4(z_2 - z_1)}{\pi} \left\{ \sin\left(\frac{\pi l_1}{L}\right) e^{-\frac{\pi^2}{L^2} kt} + \frac{1}{3} \sin\left(\frac{3\pi l_1}{L}\right) e^{-\frac{9\pi^2}{L^2} kt} + \right.$$
$$\left. + \frac{1}{5} \sin\left(\frac{5\pi l_1}{L}\right) e^{-\frac{25\pi^2}{L^2} kt} + \ldots \right\}$$

und

$$z'' + z' = 2\frac{z_1 l_1 + z_2 l_2}{L} - \frac{4(z_2 - z_1)}{\pi}\left\{\frac{1}{2}\sin\left(\frac{2\pi l_1}{L}\right)e^{-\frac{4\pi^2}{L^2}kt} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{4}\sin\left(\frac{4\pi l_1}{L}\right)e^{-\frac{16\pi^2}{L^2}kt} + \ldots\right\}$$

In allen ausgeführten Versuchen wurde L stets so klein gewählt (circa 3 cm.), dass die Werthe der Glieder

$$\frac{1}{4}\sin\left(\frac{4\pi l_1}{L}\right)e^{-\frac{16\pi^2}{L^2}kt}, \quad \frac{1}{5}\sin\left(\frac{5\pi l_1}{L}\right)e^{-\frac{25\pi^2}{L^2}kt} \ldots.$$

schon nach Verlauf eines Tages ($t = 1$) unter $\frac{1}{400}$ heruntersanken. Ausserdem wurde stets l_1 möglichst genau gleich $\frac{L}{3}$ gemacht, um das Glied $\frac{1}{3}\sin\left(\frac{3\pi l_1}{L}\right)e^{-\frac{9\pi^2}{L^2}kt}$ zum Wegfall zu bringen. In den ausgeführten Versuchen war also für alle Zeitmomente $t > 1$:

$$z'' - z' = \frac{4(z_2 - z_1)}{\pi}\sin\left(\frac{\pi}{3}\right)e^{-\frac{\pi^2}{L^2}kt}$$

und

$$z'' + z' = 2\frac{z_1 l_1 + z_2 l_2}{L} - \frac{2(z_2 - z_1)}{\pi}\sin\left(\frac{2\pi}{3}\right)e^{-\frac{4\pi^2}{L^2}kt}$$

Hieraus resultirt als Ausdruck der electromotorischen Kraft E, welche die Concentrationen z'' und z' der Grenzschichten zwischen den beiden Electroden im Momente t (> 1) erzeugen:

$$E = A(z'' - z')\,[1 + B(z'' + z')]$$

$$= A\frac{4(z_2 - z_1)}{\pi}\sin\left(\frac{\pi}{3}\right)e^{-\frac{\pi^2}{L^2}kt}\left\{1 + 2B\left(\frac{z_1 l_1 + z_2 l_2}{L} - \frac{(z_2 - z_1)}{\pi}\sin\left(\frac{2\pi}{3}\right)e^{-\frac{4\pi^2}{L^2}kt}\right)\right\}$$

Ist Fick's Elementargesetz der Hydrodiffusion richtig, so muss also die electromotorische Kraft zwischen den beiden Zinkelectroden eine solche Function der Zeit sein, dass

$$E = A_1 e^{-\frac{\pi^2}{L^2} k t} - B_1 e^{-\frac{5\pi^2}{L^2} k t}$$

ist, wo A_1 und B_1 kurze Bezeichnungen gewisser constanter Werthe sein sollen.

Da nach den oben mitgetheilten Messungen der Werth der Constante B sehr klein ist verglichen mit dem Werth der Constante A, so wird sich schon nach kurzer Zeit der Ausdruck der electromotorischen Kraft auf das erste Glied, auf

$$E = A_1 e^{-\frac{\pi^2}{L^2} k t}$$

reduciren.

Die Messung der electromotorischen Kraft wurde nach der Dubois-Reymond'schen Modification der Compensationsmethode ausgeführt. Als compensirende electromotorische Kraft diente ein Daniell'sches Element, dessen electromotorische Kraft nie um mehr als $\frac{1}{1300}$ ihres Werthes variirte. Der benützte Messdraht war in seinen einzelnen Theilen vollkommen gleichwerthig; es wurde ausserdem dafür Sorge getragen, dass der Widerstand des Daniell'schen Elements und der sonstige Widerstand des galvanischen Kreises, in welchem der compensirende Daniell stand, während aller Messungen derselbe blieb. Bedeutet λ diejenige Länge des Messdrahts, welcher als beiden galvanischen Kreisen gemeinschaftlicher Theil eingeschaltet werden muss, um vollständige Compensation der zu messenden electromotorischen Kraft im zweiten Kreise herzustellen, bezeichnet w den Widerstand der Längeneinheit

des Messdrahts, bedeutet W den Gesammtwiderstand des ersten Kreises und D die electromotorische Kraft des compensirenden Daniell'schen Elements, so ist der Ausdruck der zu messenden electromotorischen Kraft E:

$$E = \frac{\lambda . w}{W} . D$$

Die Länge λ des Messdrahts, die zur Zeit t eingeschaltet werden muss, um die zu dieser Zeit zwischen den beiden Zinkelectroden vorhandene electromotorische Kraft durch das Daniell'sche Element vollständig zu compensiren, hängt hiernach mit der Zeit so zusammen, dass allgemein:

$$\lambda = \frac{W}{w . D}\left[A_1 e^{-\frac{\pi^2}{L^2} k t} - B e^{-\frac{5\pi^2}{L^2} k t}\right], \text{ (für } t > 1)$$

und für grössere Werthe von t:

$$\lambda = \frac{W}{w . D} A_1 . e^{-\frac{\pi^2}{L^2} . k . t} \quad \text{ist.}$$

Hieraus geht hervor:

Sind für eine Reihe gleich weit abstehender Zeitmomente t_0, t_1, t_2 ... bei der Herstellung der Compensation der den Concentrationen der Grenzschichten entsprechenden electromotorischen Kräfte die eingeschalteten Messdrahtlängen gleich λ_0, λ_1, λ_2, ... gefunden worden, so muss die Grösse $lg\left(\frac{\lambda_i}{\lambda_{i+1}}\right)$ mit wachsender Zeit, also mit wachsendem i, sehr schwach ansteigen und ziemlich bald constant werden; der constante Werth, welchen diese Grösse schliesslich erreicht, ist:

$$lg\left(\frac{\lambda_i}{\lambda_{i+1}}\right) = \frac{\pi^2}{L^2} . k . \Delta t \quad ,$$

wo $\Delta t = t_1 - t_0 = t_2 - t_1 = t_3 - t_2$ etc. Mit Hülfe dieses constanten Werthes, er heisse η, lässt sich die

Grösse der Fick'schen «Diffusionsconstante» k ermitteln; es ergibt sich:

$$k = \eta \cdot \frac{L^2}{\pi^2} \cdot \frac{1}{\Delta t}$$

Resultate der Beobachtungen.

Die ersten zwei Beobachtungsreihen wurden in einem Zimmer des physikalischen Instituts im Laufe des Monats October angestellt. In Folge der Heizung stieg die Temperatur dieses Zimmers während des Vormittags bis gegen Mittag regelmässig um circa 2^0, um von da an bis gegen Morgen in regelmässigster Weise äusserst langsam um eben soviel abzunehmen. Die Beobachtungen, die in jeder Beobachtungsreihe Tag und Nacht hindurch in Zwischenräumen von je 3 Stunden angestellt wurden, zeigten einen äusserst gleichmässigen Verlauf der Diffusion während der Zeit von circa 1^h Mittags bis circa 7^h Vormittags; für die 6 Vormittagsstunden ergaben sie dagegen Tag für Tag einen etwas abweichenden Verlauf. Dieses deutete an, dass schon Temperaturvariationen in dem Betrage von circa 2^0 den Verlauf der Diffusion erheblich stören und dass reine Resultate nur bei möglichst constanter Temperatur des Diffusionsgefässes gewonnen werden können. (Aus den später mitgetheilten Versuchen wird sich ergeben, dass die von mir benutzte Beobachtungsmethode so empfindlich ist, dass sie bereits einen Einfluss einer Temperaturvariation von $\frac{1}{5}{}^0$ mit der grössten Schärfe hervortreten lässt.) Hr. Prof. R. Wolf hatte die Freundlichkeit, mir die Kellerräume der eidgenössischen Sternwarte für längere Zeit zur Verfügung zu stellen. Hier habe ich zwei möglichst ausgedehnte Beobachtungsreihen ausgeführt. Mitten in die erste Beobachtungsreihe hinein fiel leider

ein plötzlicher und sehr beträchtlicher Rückgang der äussern Lufttemperatur, der sich, allerdings sehr stark abgeschwächt, auch bis in die Kellerräume hinunter geltend machte. Ich unterlasse es daher, die Resultate dieser Beobachtungsreihe mitzutheilen. Während der zweiten Beobachtungsreihe variirte die Temperatur des Kellerraums nur äusserst wenig und sehr langsam, wie die in der unten folgenden Tabelle angegebenen Temperaturablesungen erkennen lassen. Für diese zweite Beobachtungsreihe war der Versuch in folgender Weise eingerichtet worden.

Am 9. November wurde auf die untere amalgamirte Zinkelectrode eine möglichst von Luft befreite Zinksulphatlösung mit der Concentration $z_2 = 0.3182$ (d. h. in einem Cubikcentimeter Lösung befanden sich 0.3182 Gramm wasserfreies Salz) bis zu der Höhe $l_2 = 1.98$ cm. gebracht. In dem Momente 7^h Morgens wurde über diese Lösung eine zweite mit der kleineren Concentration $z_1 = 0.1520$ bis zu einer Höhe $l_1 = 1.01$ cm. so aufgeschichtet, dass die Trennungsfläche beider Lösungen vollständig eben und vollkommen spiegelnd ausfiel. Hierauf wurde die zweite Zinkelectrode auf die obere Begrenzungsfläche dieser zweiten Schicht mittelst einer passenden Führung bis zur Berührung mit der Salzlösung herabgelassen und in dieser Stellung festgehalten. Nachdem das Diffusionsgefäss mit Hülfe von wachsgetränktem Papier und Wachs möglichst luftdicht verschlossen worden war, blieb es auf einem Pfeiler des Kellerraumes während der ganzen Beobachtungsdauer von 12 Tagen unberührt stehen. Die erste Ablesung wurde sofort nach Herrichtung des Versuches gemacht; die weiteren Ablesungen erfolgten täglich 6 Mal, nach Verlauf von je 3 Stunden. So wurden in dieser Beobachtungsreihe 72 Daten gewonnen.

Wie schon oben erwähnt wurde, diente die Compensationsmethode zur Messung der electromotorischen Kräfte. Das compensirende Daniell'sche Element besass eine electromotorische Kraft von fast vollkommener Constanz: die constatirten Aenderungen seiner electromotorischen Kraft überschritten nie den Werth $\frac{1}{1300}$ des Mittelwerthes. Neben dem Daniell'schen Elemente befand sich im ersten Kreise noch ein Widerstand von 130 *Q. E.* Der Widerstand des 1 m. langen, vollkommen homogenen Messdrathes betrug 2.221 *Q. E.* Dem Galvanometer des zweiten Kreises war eine solche Empfindlichkeit gegeben worden, dass die Einstellungen λ auf dem Messdrahte bis auf 0.1 mm. genau gemacht werden konnten. Unmittelbar nach Herrichtung des Versuchs ergab sich eine Einstellung $\lambda = 976.1$ mm.; 12 Stunden später war sie bereits auf 951.6 mm. gesunken. Während der nächsten 12 Stunden nahm sie um 80.1 mm. ab; in den weiter folgenden 12 Stunden um fast denselben Betrag. Diese angeführten Zahlen lassen erkennen, welchen hohen Grad von Empfindlichkeit und Schärfe die benutzte Messmethode besitzt: Eine Aenderung der Differenz der Concentrationen beider Grenzschichten gleich dem 800sten Theile derjenigen Aenderung dieser Concentrationsdifferenz, die während eines halben Tages vor sich ging, liess sich mit vollkommener Sicherheit wahrnehmen; die Einstellung λ nahm in den ersten Tagen von Minute zu Minute um in runder Zahl 0.1 mm. ab, der Gang der Diffusion konnte also von Minute zu Minute gewissermassen greifbar verfolgt werden. Die anfängliche Concentrationsdifferenz der Grenzschichten $z_2 - z_1 = 0.1562$ entsprach der Einstellung $\lambda = 976.1$ mm.; wegen der sehr angenäherten Proportionalität zwischen Concentrationsdifferenz und electromotorischer Kraft ent-

spricht einer Aenderung der Einstellung gleich 0.1 mm. eine Aenderung der Concentrationsdifferenz im Betrage von 0.0160 mgr. Erlitt also durch die Diffusion die untere Grenzschicht einen Salzverlust von $\frac{1}{120}$ Milligramm pro Cubikcentimeter und die obere Grenzschicht gleichzeitig einen Salzgewinn von demselben Betrage, so konnte diese Diffusionswirkung eben noch deutlich wahrgenommen werden.

Die folgende Tabelle giebt die Gesammtheit aller Beobachtungen der besprochenen vierten Beobachtungsreihe. In der ersten Spalte steht das Tagesdatum; die zweite Spalte enthält die bei der jedesmaligen Beobachtung gefundene Temperatur des Kellerraumes; die dritte Spalte gibt die Einstellungen λ auf dem Messdraht; die letzte Spalte enthält vom zweiten Beobachtungstage an die Differenzen der gewöhnlichen Logarithmen je zweier auf einander folgender Einstellungen.

	$T=$	$\lambda=$	$\Delta\log=$		$T=$	$\lambda=$	$\Delta\log=$
	o	mm			o	mm	
9. Nov.	9.8	976.1		11. Nov.	9.5	717.8	
	9.8	974.8			9.6	701.0	0.01028
	9.8	969.4			9.6	683.8	0.01079
	9.9	961.0			9.8	667.3	0.01061
	9.9	951.6			9.7	651.0	0.01074
	9.8	939.0			9.7	635.3	0.01060
10. Nov.	9.6	871.5		12. Nov.	9.6	589.0	
	9.7	849.9	0.01034		9.7	574.9	0.01053
	9.7	830.1	0.01075		9.9	561.0	0.01063
	9.8	810.8	0.01022		9.8	547.5	0.01058
	9.8	791.5	0.01046		9.8	533.2	0.01149
	9.7	772.5	0.01060		9.7	520.5	0.01047

	$T=$	$\lambda=$	$\Delta\log=$
	o	mm	
13. Nov.	9.5	483.2	
			0.01102
	9.7	471.1	
			0.01158
	9.7	458.7	
			0.01103
	9.6	447.2	
			0.01131
	9.8	435.7	
			0.01101
	9.6	424.8	
14. Nov.	9.4	394.0	
			0.01106
	9.5	384.1	
			0.01168
	9.5	373.9	
			0.01047
	9.5	365.0	
			0.01084
	9.6	356.0	
			0.01050
	9.5	347.5	
15. Nov.	9.5	320.4	
			0.01126
	9.4	312.2	
			0.01141
	9.5	304.1	
			0.01114
	9.6	296.4	
			0.01098
	9.6	289.0	
			0.01127
	9.5	281.6	
16. Nov.	9.4	260.1	
			0.01116
	9.6	253.5	
			0.01093
	9.5	247.2	
			0.01085
	9.5	241.1	
			0.00984
	9.6	235.7	
			0.01120
	9.4	229.7	

	$T=$	$\lambda=$	$\Delta\log=$
	o	mm	
17. Nov.	9.4	212.5	
			0.01076
	9.6	207.3	
			0.01125
	9.7	202.0	
			0.01110
	9.6	196.9	
			0.01095
	9.6	192.0	
			0.01123
	9.7	187.1	
18. Nov.	9.5	173.2	
			0.01041
	9.5	169.1	
			0.01092
	9.4	164.9	
			0.01093
	9.6	160.8	
			0.01084
	9.5	156.8	
			0.01066
	9.4	153.0	
19. Nov.	9.5	141.2	
			0.01058
	9.5	137.8	
			0.01117
	9.6	134.3	
			0.01081
	9.6	131.0	
			0.01176
	9.5	127.5	
			0.01069
	9.5	124.4	
20. Nov.	9.4	115.0	
			0.01109
	9.5	112.1	
			0.01099
	9.6	109.3	
			0.01046
	9.5	106.7	
			0.01154
	9.4	103.9	
			0.01058
	9.4	101.4	

Eine Durchsicht dieser mitgetheilten Zahlen ergibt, dass die electromotorische Kraft zwischen den beiden Zinkelectroden bei wachsender Zeit, genau den Forderungen der Theorie entsprechend, nach dem Gesetze

$$E = A_1 e^{-\frac{\pi^2}{L^2} k t} - B_1 e^{-\frac{5\pi^2}{L^2} k t}$$

auf kleinere und kleinere Werthe heruntersank. Die Kleinheit des Coefficienten B_1 im Verhältniss zu A_1 und die

Kleinheit des Electrodenabstandes L bewirkten, dass bereits vom vierten Tage an das zweite Glied des vorstehenden Ausdruckes nur einen verschwindend kleinen Beitrag zum Werthe E lieferte und die electromotorische Kraft von da an in Form einer einfachen geometrischen Progression:

$$E = A_1 \, e^{-\frac{\pi^2}{L^2} kt}$$

mit wachsender Zeit variirte.

Berechnet man mit Hülfe dieser letztern Relation den Werth der Constanten $\eta = \frac{\pi^2}{L^2} k$ aus allen Beobachtungen je zweier auf einander folgender Tage nach der Methode der kleinsten Quadrate, so findet man aus den Beobachtungen

		Mittlere Temperatur.
vom 13. u. 14. Novbr.	$\eta = 0.2032$	9°.6
» 14. u. 15. »	$\eta = 0.2066$	9.5
» 15. u. 16. »	$\eta = 0.2045$	9.5
» 16. u. 17. »	$\eta = 0.2027$	9.5
» 17. u. 18. »	$\eta = 0.2027$	9.5
» 18. u. 19. »	$\eta = 0.2049$	9.5
» 19. u. 20. »	$\eta = 0.2049$	9.4

Die Mittelwerthe aus den vier ersten, aus den vier letzten und aus allen diesen Werthen sind:

$$\eta = 0.2042$$
$$\eta = 0.2038$$
$$\eta = 0.2042$$

Diese Zahlen lassen wohl kaum einen Zweifel darüber aufkommen, dass die Grösse, die nach der Theorie constant sein sollte, für die hier verwirklichten Versuchsbedingungen auch factisch constant war.

Fick's Elementargesetz ist demnach für diejenigen Concentrationsdifferenzen, die in dem Diffusionsgefässe vom

vierten Beobachtungstage an vorhanden waren, in der That der exacte Ausdruck des Diffusionsvorganges.

Als Werth der Fick'schen «Diffusionsconstante» wird aus dem obigen Mittelwerth für $\eta = \frac{\pi^2}{L^2} . k$ und dem Werthe von L [2.99 cm.] gefunden:

$$k = 0.1849 \left[\frac{\text{cm.}^2}{\text{Tag}^1}\right],$$ gültig für die mittlere Temperatur 9°.5.

Zweite Beobachtungsmethode.

Beschreibung der Methode.

Die beschriebene erste Versuchsmethode erfordert ziemlich lange Beobachtungszeiträume. In Folge dessen wird die Untersuchung sehr zeitraubend und wegen der nothwendig geforderten constanten Temperatur für die meisten Localitäten so gut wie unausführbar. Wohl scheint es möglich, die Beobachtungsdauer durch Verkürzung der Länge L beträchtlich zu vermindern; allein unter einen erheblich kleineren Werth als der in den obigen Versuchen benutzte darf schwerlich der Werth L heruntersinken, wenn der Anfangszustand des Diffusionsgefässes scharf definirbar bleiben soll.

Diese Eigenschaft der benutzten Versuchsmethode veranlasste mich, andere Untersuchungsmethoden in Anwendung zu bringen. Es ist mir gelungen, eine zweite Versuchsmethode ausfindig zu machen, welche die Möglichkeit gestattet, binnen einiger Stunden eine ausserordentlich feine Prüfung auf die Richtigkeit des Fick'schen Elementargesetzes der Diffusion anstellen und die Grösse der Diffusionsconstante innerhalb eines beliebigen Bruchtheils einer

Stunde bestimmen zu können. Nach diesem Verfahren können die Einflüsse, welche Temperatur und Concentration auf den Verlauf der Diffusion ausüben, in ebenso scharfer wie bequemer Weise untersucht werden. Das Verfahren ist folgender Art:

Eine ebene, kreisrunde amalgamirte Zinkplatte bildet die Bodenfläche eines flachen Glascylinders von etwa 12 cm. Weite. Auf drei Randstellen dieser Platte werden kleine genau gleich dicke Stückchen einer planparallelen Hartgummiplatte von 0.52 cm. Dicke gelegt, welche eine zweite, der unteren genau gleiche, amalgamirte Zinkplatte zu tragen haben. Der dünne Zwischenraum zwischen den beiden parallelen Zinkplatten wird mit einer Zinksulphatlösung von irgend einer Concentration (in den folgenden Versuchen wurden Concentrationen zwischen 0.20 und 0.38 benutzt) ausgefüllt. An die beiden Zinkplatten sind Drähte angelöthet, um durch das System der beiden Platten und der Lösung einen galvanischen Strom schicken, oder das System in den Kreis eines Galvanometers einschalten zu können. Werden die beiden Zinkplatten vor dem Versuch abgerieben und mit Zinksulphatlösung derjenigen Concentration abgespült, die zwischen beide gefüllt werden soll, so zeigt sich das System der beiden Zinkplatten und der eingefüllten Zinksulphatlösung bei gleichen Temperaturen beider Platten vollkommen ohne jede Potentialdifferenz; nur wenn beide Platten nicht genau die gleiche Temperatur haben, zeigt sich ein kleiner Ausschlag an einem empfindlichen Galvanometer, in dessen Kreis das System eingeschaltet wird. Durch die so vorgerichtete Combination wird hierauf ein constant erhaltener galvanischer Strom in einer solchen Richtung geschickt, dass derselbe durch die untere Zinkplatte ein-, durch die obere

austritt. Durch die Wanderung der Jonen wird während des Stromdurchganges die Salzlösung in der Grenzschicht an der untern Zinkplatte, der Anode, concentrirter und in der Grenzschicht an der oberen Zinkplatte, an der Kathode, verdünnter. Diese Concentrationsänderungen der Grenzschichten sind der Stärke und der Zeitdauer des Stromes proportional. Sowie nun durch die Thätigkeit des galvanischen Stroms diese Concentrationsänderungen beginnen, entwickelt sich der Diffusionsstrom, welcher die Wirkung des galvanischen Stroms auszugleichen sucht. Durch das Zusammenwirken von galvanischem Strom und Diffusionsstrom wird ein stationärer Zustand der Concentrationsvertheilung zwischen den beiden Zinkelectroden angestrebt, in welchem in der Zeiteinheit die Diffusion genau soviel Salz der $\left.\begin{matrix}\text{oberen}\\\text{unteren}\end{matrix}\right\}$Grenzschicht $\left.\begin{matrix}\text{zu-}\\\text{ent-}\end{matrix}\right\}$ führt, als durch die Thätigkeit des galvanischen Stroms der $\left.\begin{matrix}\text{oberen}\\\text{unteren}\end{matrix}\right\}$ Grenzschicht $\left.\begin{matrix}\text{entzogen}\\\text{mitgetheilt}\end{matrix}\right\}$ wird.

Hat der constante galvanische Strom die Combination eine passend lange Zeit durchzogen, und ist in Folge dessen ein genau angebbarer Zustand der Concentrationsvertheilung zwischen den beiden Zinkplatten entstanden, so wird derselbe plötzlich unterbrochen. Von diesem Momente an ist die Salzlösung der alleinigen Wirkung der Diffusion ausgesetzt. Der weitere Verlauf der Diffusion wird nun mit Hülfe der electromotorischen Kraft, welche die variabeln Concentrationen der Grenzschichten an den beiden Zinkplatten erzeugen, untersucht. Aus dem gefundenen zeitlichen Verlaufe dieser electromotorischen Kraft lässt sich sowol der ganze Verlauf der Diffusion erkennen als auch der Werth der Diffusionsconstante berechnen.

Ein eminenter Vortheil dieser Methode liegt in dem Umstande, dass der Abstand der beiden Zinkelectroden beliebig klein genommen, also auch die Zeitdauer des ganzen Ablaufes der Diffusion beliebig kurz gemacht werden darf, ohne dass irgend eine Unsicherheit in die Definition des anfänglichen Zustandes der Concentrationsvertheilung hineinkommt, aus welchem heraus sich die beobachtete Diffusion entwickelt; in welchem Momente auch der galvanische Strom unterbrochen werden mag, es lässt sich immer die diesem Momente entsprechende Vertheilung der Concentration von Schicht zu Schicht angeben.

Theorie der Methode.

Durchfliesst ein galvanischer Strom eine zwischen zwei Zinkelectroden eingeschaltete Zinksulphatlösung, so bleibt die Salzmenge trotz der stattfindenden Electrolyse unverändert; ebenso bleibt die Concentration jeder einzelnen inneren Flüssigkeitsschicht constant; nur die an den Electroden gelegenen Grenzschichten der Lösung erleiden eine Aenderung ihrer Concentration: der Salzgehalt der an der Anode anliegenden Grenzschicht wird vermehrt, der Salzgehalt der Grenzschicht an der Kathode wird vermindert. Die Salzmenge, welche ein constanter Strom von der Stärke I durch die Vorgänge der Electrolyse und der Wanderung der Jonen während der Zeit t der Grenzschicht an der Anode zu- und der Grenzschicht an der Kathode entführt, ist nach Hittorf's umfassenden Untersuchungen:

$$2.48\ (1 - n)\ \varepsilon\ I\ t$$

wo n die Ueberführungszahl und ε das electrochemische Aequivalent des Zinks bedeutet. Aus Hittorfs Messungen geht hervor, dass die Ueberführungszahl n für hohe Concentrationen und innerhalb eines nicht zu grossen Inter-

valls der Concentration kaum merkbar mit der Concentration variirt. Die in den folgenden Versuchen benutzten Concentrationen besassen so hohe Werthe und die erzeugten Concentrationsunterschiede wurden innerhalb so enger Grenzen gehalten, dass der Werth n bis auf einen Bruchtheil eines Procents constant sein musste.

Um den Zusammenhang zu ermitteln, der zwischen der Concentration z in irgend einer Schicht in der Tiefe x unter der obern Electrode nach Ablauf der Zeit t seit Beginn des Stromes und diesen beiden Variabeln x und t besteht, geben wir von der Hypothese aus, dass wenn überhaupt die Thätigkeit des galvanischen Stromes den Vorgang der Diffusion beeinflusst, sich dieser Einfluss nur in dem numerischen Werthe der « Diffusionsconstante » k geltend macht. (Nebenbei mag gleich hier bemerkt werden, dass eine weiter unten erwähnte Prüfung auf die Richtigkeit dieser Hypothese ergeben hat, dass der gleichzeitig neben der Diffusion durch die Lösung verlaufende galvanische Strom die Diffusion in keinerlei Weise merkbar beeinflusste). Die variable Concentration z hat dann zunächst die partielle Differentialgleichung zu erfüllen:

$$\frac{\partial z}{\partial t} = k \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} \qquad (1)$$

Ausserdem hat z zwei Grenzbedingungen zu erfüllen, deren Form zunächst zu entwickeln ist. Es möge diese Entwicklung für die eine Grenzfläche der Salzlösung bei $x = o$ durchgeführt werden.

Aus der die obere Electrode (die Kathode) berührenden Grenzschicht von der unendlich kleinen Dicke dx führt der galvanische Strom von der Stärke I während des Zeitelementes dt die Salzmenge heraus:

$$h \,.\, I \,.\, dt,$$

wenn für die Constante 2.48 $(1 - n)\ \varepsilon$ die kurze Bezeichnung h gesetzt wird. Werden die Werthe des Differentialquotienten der Concentration nach der Richtung der x für den Ort $x = 0$ mit $\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_0$, $\left(\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}\right)_0 \ldots$ bezeichnet, so ist der Ausdruck der Salzmenge, welche der Diffusionsstrom während derselben Zeit dieser Schicht durch ihre untere Begrenzungsfläche aus den tiefer gelegenen Schichten zuführt

$$k \cdot q \left\{ \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_0 + \left(\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}\right)_0 dx \right\} dt$$

wo q den Querschnitt des Diffusionsgefässes bezeichnet. Der Salzgewinn, den die unendlich dünne Grenzschicht während des Zeitelements dt erleidet, hat also die Grösse:

$$\left\{ k.q\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_0 - h.I \right\} dt + k.q.\left(\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}\right)_0 dx.dt$$

Da sich andererseits dieser Salzgewinn auch durch den Werth $q \left(\frac{\partial z}{\partial t}\right)_0 dx \,.\, dt$ darstellen lässt, so gilt folgende Gleichung als Ausdruck der Salzbewegung in der Grenzschicht bei $x = 0$:

$$q \left(\frac{\partial z}{\partial t}\right)_0 .dx.dt = \left\{ k.q\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_0 - h.I \right\} dt + k.q \left(\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}\right)_0 dx.dt$$

Für diese Grenzschicht muss also in jedem Momente

$$kq \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_0 = h.I, \text{ für alle } t \qquad (2)$$

sein. Es gilt also in diesem Fall eine Grenzgleichung, die der bekannten Grenzgleichung in der Theorie der Wärmeleitung analog ist.

Durch Anwendung derselben Betrachtungsweise auf die Vorgänge der Salzbewegung in der unteren, die Anode

berührenden, Grenzschicht erhält man als zweite in jedem Momente gültige Grenzgleichung:

$$k.q\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_L = h.I, \text{ für alle } t \qquad (3)$$

Wird als Anfangspunkt der Zeit derjenige Moment genommen, in welchem der galvanische Strom die Lösung zu durchfliessen beginnt, so hat die Anfangsgleichung die Form:

$$\left.\begin{array}{l} z = z_0 \quad \text{für } t = 0 \\ \qquad\quad \text{und für alle } x \end{array}\right\} \qquad (4)$$

Eine Lösung, welche die Gleichungen (1), (2) und (3) erfüllt, ist:

$$z = \frac{I.h}{k.q}x + \sum_{0}^{n=\infty} A_n \cos\left(\frac{n\pi}{L}x\right) e^{-\frac{n^2\pi^2}{L^2}kt}, \text{ wo } n = 0, 1, 2\ldots$$

Es erübrigt noch die Constante A_n so zu bestimmen, dass der Anfangsbedingung (4) genügt wird. Aus der für $t = o$ geltenden Gleichung

$$z_0 = \frac{I.h}{k.q}.x + \sum_{0}^{n=\infty} A_n . \cos\left(\frac{n\pi}{L}x\right)$$

folgt noch Fourier's Theorem:

$$A_0 = z_0 - \frac{I.h}{k.q}\cdot\frac{L}{2} \qquad \text{und}$$

$$A_n = \frac{4}{\pi^2}\cdot\frac{I.h}{k.q}\cdot\frac{L}{n^2}\cdot\sin\left(\frac{n\pi}{2}\right), \text{ also } A_2 = A_4 = A_6 = \ldots = 0$$

Die allgemeine, alle Bedingungen erfüllende Lösung der vorliegenden Aufgabe ist also:

$$z = z_0 + \frac{I.h}{k.q}\left(x - \frac{L}{2}\right) + \frac{4}{\pi^2}\frac{I.h}{k.q}L\left\{\cos\left(\frac{\pi x}{L}\right)e^{-\frac{\pi^2}{L^2}kt} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{9}\cos\left(\frac{3\pi}{L}x\right)e^{-\frac{9\pi^2}{L^2}kt} + \ldots\right\} \qquad (5)$$

Für die in den Grenzschichten für $x = L$ und $x = o$ vorhandenen Concentrationen z'' und z' ergeben sich daraus die Werthe:

$$z'' = z_0 + \frac{I.h}{k.q} \cdot \frac{L}{2} - \frac{4}{\pi^2} \frac{I.h}{k.q} L \left\{ e^{-\frac{\pi^2}{L^2} k t} + \frac{1}{9} e^{-\frac{9\pi^2}{L^2} k t} + \cdots \right\}$$

$$z' = z_0 - \frac{I.h}{k.q} \cdot \frac{L}{2} + \frac{4}{\pi^2} \frac{I.h}{k.q} L \left\{ e^{-\frac{\pi^2}{L^2} k t} + \frac{1}{9} e^{-\frac{\pi^2}{L^2} k t} + \cdots \right\}$$

und die im Momente t zwischen den beiden Zinkelectroden vorhandene electromotorische Kraft E hat die Grösse:

$$E = A\,(z''-z')\,[1 + B\,(z'' + z')]$$

$$= A\,[1 + 2\,B\,z_0]\,\frac{I.h}{k.q} L \left\{ 1 - \frac{8}{\pi^2} \left(e^{-\frac{\pi^2}{L^2} k t} + e^{-\frac{9\pi^2}{L^2} k t} + \cdots \right) \right\} \quad (6)$$

Mit Hülfe dieser Gleichung (6) liesse sich eine Prüfung auf die Richtigkeit des Elementargesetzes der Diffusion anstellen und eine Werthbestimmung der Constante k vornehmen. Eine nähere Discussion dieser Gleichung lässt aber erkennen, dass die eigenthümliche Form dieser Gleichung keine sehr genaue Bestimmung der Grösse k gestattet; ein sehr kleiner Beobachtungsfehler in der Messung der electromotorischen Kraft E hat schon einen verhältnissmässig grossen Einfluss auf den Werth der zu bestimmenden Constante. Aus diesem Grunde habe ich die Gleichung (6) nicht zur definitiven Messung des Diffusionsverlaufes benutzt. Jedoch habe ich dieselbe zur Entscheidung der folgenden, manches Interesse darbietenden Frage verwendet: Besitzt der gleichzeitig neben dem Diffusionsstrom durch die Salzlösung gehende galvanische

Strom Einfluss auf den Verlauf der Diffusion, d. h. auf die Grösse der Diffusionsconstante oder nicht? Wiederholt ausgeführte Versuchsreihen ergaben, dass die Grösse der mit Hülfe dieser Gleichung (6) bestimmten Diffusionsconstanten so gut wie vollständig übereinstimmt mit dem Werthe, der sich für diese Grösse aus den Vorgängen ergiebt, in denen der Diffusionsvorgang ohne den gleichzeitigen Durchgang eines galvanischen Stromes geschieht.

Eine äusserst bequeme Methode zur Untersuchung des Diffusionsverlaufes erhält man jedoch aus der obigen Gleichung (5) in folgender Weise:

Hat der constante galvanische Strom die Salzlösung während einer passend langen Zeit, etwa während der Zeit T, durchströmt, so unterbreche man den Strom. Die durch die gleichzeitige Thätigkeit des Stromes und der Diffusion erzeugten Unterschiede der Concentrationen der einzelnen Schichten werden sich hierauf von diesem Momente an durch den alleinigen Vorgang der Diffusion nach und nach ausgleichen. Diese allmälig vor sich gehende Ausgleichung der Concentrationsunterschiede lässt sich mit ausserordentlich grosser Genauigkeit verfolgen und kann desswegen als feinstes Prüfungsmittel auf die Richtigkeit des Fick'schen Elementargesetzes der Diffusion dienen.

Das Gesetz, nach welchem diese Ausgleichung der Concentrationen vor sich geht, lässt sich leicht ermitteln.

In jedem Orte $x > o$ und $< L$ und zu jeder Zeit ist die Differentialgleichung zu erfüllen:

$$\frac{\partial z}{\partial t} = k \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} \tag{7}$$

Für alle Zeitmomente t bestehen die Grenzgleichungen:

$$\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)_{x=0} = 0 \tag{8}$$

und $$\left(\frac{dz}{dx}\right)_{x=L} = 0 \qquad (9)$$

Als Anfangspunkt der Zeit soll der Moment genommen werden, in welchem der Strom unterbrochen wurde. Der Werth der Concentration, welcher in diesem Zeitpunkte in irgend einer Schicht in der Tiefe x unter der obern Electrode vorhanden ist, heisse z_0^*. Der Anfangszustand des Diffusionsvorganges ist dann durch die Gleichung bestimmt:

Für $t = o$:

$$z_0^* = z_0 + \frac{Ih}{kq}\left(x - \frac{L}{2}\right) + \frac{4}{\pi^2}\frac{Ih}{kq}L\left\{B_1 \cos\left(\frac{\pi}{L}x\right) + \frac{1}{9}B_3 \cos\frac{3\pi}{L}x\right) + \\ + \frac{1}{25}B_5 \cos\left(\frac{5\pi}{L}x\right) + \ldots\right\} \qquad (10)$$

wo

$$B_1 = e^{-\frac{\pi^2}{L^2}kT}, \quad B_3 = e^{-\frac{9\pi^2}{L^2}kT}, \quad \ldots$$

gesetzt worden ist.

Die Auffindung der allgemeinen Lösung für z, die sämmtlichen Bedingungen genügt, hat keine Schwierigkeiten; da die Wiedergabe der Rechnung nur Wiederholung von bereits Ausgeführtem sein würde, will ich gleich das Endresultat geben. Die allgemeine Lösung ist:

$$z = z_0 - \frac{4}{\pi^2}\frac{I.h}{k.q}L\left\{(1 - B_1)\cos\left(\frac{\pi}{L}x\right)e^{-\frac{\pi^2}{L^2}kt} + \right. \\ \left. + \frac{1}{9}(1 - B_3)\cos\left(\frac{3\pi}{L}x\right)e^{-\frac{9\pi^2}{L^2}kt} + \ldots\right\} \qquad (11)$$

Daraus findet sich für die Concentration der Grenzschicht an der unteren Electrode:

$$z'' = z_0 + \frac{4}{\pi^2}\frac{I.h}{k.q}L\left\{(1-B_1)\,e^{-\frac{\pi^2}{L^2}kt} + \frac{1}{9}(1-B_3)\,e^{-\frac{9\pi^2}{L^2}kt} + \ldots\right\}$$

und für die Concentration der Grenzschicht an der oberen Electrode:

$$z' = z_0 - \frac{4}{\pi^2}\frac{I.h}{k.q}L\left\{(1-B_1)\,e^{-\frac{\pi^2}{L^2}kt} + \frac{1}{9}(1-B_3)\,e^{-\frac{9\pi^2}{L^2}kt} + \ldots\right\}$$

Da die Differenz dieser Concentrationen

$$z'' - z' = \frac{8}{\pi^2}\frac{I.h}{k.q}.L\left\{(1-B_1)\,e^{-\frac{\pi^2}{L^2}kt} + \frac{1}{9}(1-B_3)\,e^{-\frac{9\pi^2}{L^2}kt} + \ldots\right\}$$

und deren Summe

$$z'' + z' = 2z_0$$

ist, so nimmt der Ausdruck der electromotorischen Kraft E, welche in dem Momente t zwischen den beiden Zinkelectroden vorhanden ist, folgende Form an:

$$E = A\,(z''-z')\;[1 + B\,(z''+z')]$$

$$= A(1+2Bz_0)\,\frac{8}{\pi^2}\frac{Ih}{kq}L\left\{(1-B_1)\,e^{-\frac{\pi^2}{L^2}kt} + \frac{1}{9}(1-B_3)\,e^{-\frac{9\pi^2}{L^2}kt} + \ldots\right\} \quad (10)$$

Nach Verlauf einer gewissen Zeit wird der Werth des zweiten Gliedes bedeutungslos gegenüber dem Werthe des ersten. Von diesem Zeitmomente an bleibt dann als Ausdruck der electromotorischen Kraft stehen:

$$E = C.e^{-\frac{\pi^2}{L^2}kt} \quad (13)$$

wo C den Werth der Constante $A(1+2Bz_0)\frac{8}{\pi^2}\frac{Ih}{kq}L(1-B_1)$ bezeichnet.

Die Grösse L darf unbeschadet der Genauigkeit der nach dieser Methode anzustellenden Versuche sehr klein genommen und dadurch der Werth der Grösse $\frac{9\pi^2}{L^2}.k$ ganz erheblich gesteigert werden. In den weiter unten besprochenen Versuchen betrug L 0.522 cm. und fand sich für k bei Zimmertemperatur ein Werth von beiläufig 0.20 bis $0.25\left[\frac{\text{cm}^2}{\text{Tag}^1}\right]$. Unter diesen Verhältnissen wird das Glied $\frac{1}{9}e^{-\frac{9\pi^2}{L^2}kt}$ schon nach Verlauf von $1^1/_2$ Stunden so klein (es beträgt dann nur circa $\frac{1}{1250}$), dass es gegenüber dem ersten Gliede $e^{-\frac{\pi^2}{L^2}kt}$ kaum mehr in Betracht kommt In allen den nach dieser Methode gemachten Messungen begannen die Beobachtnngen der electromotorischen Kraft erst $1^1/_2$ Stunde nach der Unterbrechung des Stromes; zu ihrer Berechnung durfte demnach die Gleichung (13) durchweg als vollkommen genau benutzt werden.

Die erhebliche Grösse des Werthes $\frac{\pi^2}{L^2}\ k$ lässt die electromotorische Kraft sehr rasch mit der Zeit sinken (von 10 zu 10 Secunden nahm die electromotorische Kraft deutlich wahrnehmbar ab) und macht desswegen eine Bestimmung der electromotorischen Kraft nach der Compensationsmethode unmöglich. Es bleibt nichts übrig als die in einem gegebenen Momente vorhandene electromotorische Kraft durch den ersten Ausschlag zu messen, den sie in einem empfindlichen Galvanometer hervorruft, in dessen Kreis sie in diesem Momente für die Dauer einer halben Schwingung der Galvanometernadel eingeschaltet wird. Die von dieser electromotorischen Kraft erzeugten, jedesmal

nur 5 Secunden dauernden Ströme erreichten nie Intensitäten, deren Grösse über $\frac{1}{6000}\left[\frac{\text{mgr.}^{\frac{1}{2}}\ \text{mm}^{\frac{1}{2}}}{\text{Sec. } 1}\right]$ in absolutem electromagnetischem Maass hinaufstieg; die von diesen schwachen, kurzdauernden Strömen hervorgerufenen Aenderungen der an den Electroden jedesmal bestehenden Concentrationen fallen also so klein aus, dass sie vollkommen ausser Betracht gelassen werden können. Der erste Ausschlag s, welchen eine electromotorische Kraft in einem Galvanometer hervorruft, ist derselben proportional; bei constant bleibender Empfindlichkeit des Galvanometers und bei unveränderlichem Widerstande des Galvanometerkreises verhalten sich die in gewissen Zeitmomenten vorhandenen electromotorischen Kräfte wie die ersten Ausschläge, die sie in diesem Momente der Galvanometernadel ertheilen. Der Zusammenhang zwischen dem ersten Ausschlage s, welchen man an einem Galvanometer erhält, wenn man das Diffusionsgefäss in dem Momente t für die Dauer einer halben Schwingung in den Galvanometerkreis einschaltet, und der Zeit t hat also die Form:

$$s = C_1 . e^{-\frac{\pi^2}{L^2} . k . t}$$

wo C_1 von der oben besprochenen Constante C, von dem Widerstande des Galvanometerkreises und von der Beschaffenheit des Galvanometers abhängt.

Die Quotienten je zweier auf einander folgender ersten Ausschläge s_0, s_1, s_2 ..., die in den um das gleiche Zeitintervall Δt abstehenden Zeitmomenten t_0, t_1, t_2 ... beobachtet werden, müssen also constant sein, wenn Fick's Elementargesetz Ausdruck der Wirklichkeit ist.

Resultate der Beobachtungen.

Um zu allernächst zu zeigen, welche Feinheit der Beobachtungen nach dieser zweiten Methode erreicht werden kann, will ich die sämmtlichen Beobachtungen, die ich in der ersten der nach dieser Methode angestellten Beobachtungsreihen erhalten habe, ausführlich mittheilen.

Der Zwischenraum zwischen den beiden Zinkplatten des Diffusionsgefässes ($L = 0.522$ cm.) wurde am 30. October um 10^h mit einer Zinksulphatlösung von der Concentration 0.3120 gefüllt. Nach der Füllung zeigte sich auch nicht die geringste Spur einer electromotorischen Kraft zwischen den beiden Zinkelectroden. Unmittelbar darauf wurde von 10^h bis 12^h ein genau constant erhaltener galvanischer Strom von der Stärke 1.1 (mgr. $^{\frac{1}{2}}$ mm. $^{\frac{1}{2}}$ Sec. $^{-1}$) in electromagnetischem Maasse in der Richtung von unten nach oben durch das Diffusionsgefäss geleitet. Von 12^h bis $1\,1/2^h$ blieb das Diffusionsgefäss bei constanter Temperatur unberührt stehen; um $1\,1/2^h$ begannen die Beobachtungen des weiteren Verlaufes der electromotorischen Kraft zwischen den beiden Zinkelectroden. Von 2 zu 2 Minuten wurde das Diffusionsgefäss für die Dauer einer halben Schwingung der Galvanometernadel (5.2 Sec.) in den Kreis eines empfindlichen Galvanometers mit grosser Dämpfung eingeschaltet und der erste Ausschlag beobachtet. Nach Ablauf von circa $1\,1/2$ Minuten beruhigte sich die Galvanometernadel vollständig, so dass der Anfangszustand der Nadel bei jeder Beobachtung der vollkommene Ruhezustand war. Der Widerstand des Diffusionsgefässes war verschwindend klein gegenüber dem sonstigen Widerstande (366 Q E) des Galvanometerkreises.

Die folgende Tabelle gibt in der zweiten und fünften Spalte die erhaltenen ersten Ausschläge s (bereits auf

Bögen reducirt); in der dritten und sechsten Spalte steht die Temperatur des Diffusionsgefässes von je 10 zu 10 Minuten verzeichnet. Die letzte Spalte gibt die Differenzen der gewöhnlichen Logarithmen je zweier Ausschläge, die in der Zeit um eine halbe Stunde von einander abstehen. Die Zahlen dieser letzten Spalte zeigen hinreichend deutlich, welche Feinheit der Beobachtung auf diesem Wege erreicht werden kann und bis zu welchem Grade das der Theorie zu Grunde gelegte Elementargesetz den Thatsachen entspricht. Sie machen ferner evident, dass die Bestimmung der Diffusionsgrösse k schon aus einigen wenigen, während eines Bruchtheils einer Stunde ausgeführten Beobachtungen mit ziemlich grosser Genauigkeit ausgeführt werden kann.

	$s =$	$T =$		$s =$	$T =$	$\Delta \log =$	
$12^h\ 0'$:	170.3	18°.4	$12^h30'$:	141.9	18°.4	0.07923	
2	168.3		32	140.3		0.07902	
4	166.4		34	138.7		0.07907	
6	164.5		36	137.1		0.07913	
8	162.5		38	135.5		0.07890	
$12^h10'$:	160.5	18°.4	$12^h40'$:	133.9	18°.3	0.07870	
12	158.5		42	132.3		0.07847	
14	156.6		44	130.7		0.07851	0.07870
16	154.6		46	129.0		0.07862	
18	152.7		48	127.4		0.07867	
$12^h20'$:	150.9	18°.4	$12^h50'$:	126.0	18°.3	0.07832	
22	149.0		52	124.5		0.07802	
24	147.3		54	123.0		0.07829	
26	145.5		56	121.5		0.07828	
28	143.6		58	119.9		0.07933	
$1^h\ 0'$:	118.4	18°.3	$1^h30'$:	98.8	18°.4	0.07859	
2	117.1		32	97.7		0.07867	
4	115.8		34	96.5		0.07918	
6	114.5		36	95.4		0.07926	
8	113.1		38	94.3		0.07895	
$1^h10'$:	111.8	18°.3	$1^h40'$:	93.4	18°.4	0 07809	
12	110.4		42	92.1		0.07871	
14	109.1		44	90.9		0 07926	0.07874
16	107.7		46	89.8		0.07894	
18	106.5		48	89.0		0.07796	
$1^h20'$:	105.2	18°.4	$1^h50'$:	87.8	18°.5	0.07853	
22	103.8		52	86.7		0.07816	
24	102.6		54	85.5		0.07918	
26	101.3		56	84.4		0.07927	
28	100.0		58	83.5		0.07831	

Aus dem allgemeinen Mittelwerthe

$$0.07872$$

ergibt sich zufolge der Beziehung:

$$0.07872 \times 2.303 = \left(\frac{\pi}{0.522}\right)^2 \cdot k \cdot \frac{1}{48}$$

der Werth:

$$k = 0.2404 \left[\frac{\text{cm}^2}{\text{Tag}^1}\right] \text{ für die Temperatur } 18°.4.$$

Einfluss der Temperatur auf die Diffusionsgrösse k.

Die nach der ersten Versuchsmethode ausgeführten Beobachtungen liessen deutlich erkennen, dass der Werth der Diffusionsgrösse k mit steigender Temperatur sehr erheblich zunimmt. Zur Festlegung dieses Einflusses der Temperatur auf die Diffusionsgrösse k habe ich für drei verschiedene constante Temperaturen zwölf Versuchsreihen nach der zweiten Versuchsmethode ausgeführt, die in genau derselben Weise und in genau demselben Umfang angestellt wurden, wie die soeben ausführlich mitgetheilte Versuchsreihe. Der gefundene Diffusionsverlauf war in jeder dieser zwölf Beobachtungsreihen ein eben so vollendet regelmässiger wie in der ersten. Die Wiedergabe der langen Zahlenreihen will ich desswegen unterlassen; ich gebe nur die Endresultate.

Datum.	k	T	
1. Nov.	0.1244	1.1	im Mittel: $k = 0.1252$ für $T = 1°.20$.
2. Nov.	0.1245	1.0	
6. Dez.	0.1262	1.3	
7. Dez.	0.1257	1.4	
3. Nov.	0.2427	18.8	im Mittel: $k = 0.2421$ für $T = 18°.55$.
4. Nov.	0.2443	18.9	
8. Dez.	0.2413	18.5	
10. Dez.	0.2400	18.0	

Datum.	k	T	
7. Nov.	0.4128	44°.4	im Mittel: $k = 0.4146$ für $T = 44°.70$.
8. Nov.	0.4163	45.2	
11. Dez.	0.4101	44.1	
12. Dez.	0.4194	45.1	

Aus diesen Resultaten geht hervor, dass die Diffusionsgrösse k innerhalb des Temperaturintervalles 0^0 bis 45^0 in nahezu linearer Weise mit der Temperatur wächst; den Beobachtungen entspricht ziemlich gut die Relation:

$$k = 0.1187\ [1 + 0.0557.t]$$

Für die Temperatur $9°.5$ ergiebt diese Beziehung den Werth: $k = 0.1815$; die nach der ersten Versuchsmethode bei dieser Temperatur ausgeführte Versuchsreihe ergab 0.1849.

Einfluss der Höhe der Concentration auf die Diffusionsgrösse k.

In Fick's Elementargesetz der Hydrodiffusion ist die Hypothese enthalten, dass die Diffusionsgrösse k unabhängig ist von der Höhe der Concentration.

Eine nähere Analyse der von uns benutzten Versuchsverfahren lässt erkennen, dass beide Versuchsmethoden nur dann geeignet sind, einen sichern Entscheid für oder wider diese Hypothese geben zu können, falls der Reihe nach Lösungen mit möglichst verschiedenen anfänglichen Concentrationen auf den Diffusionsverlauf untersucht werden. Ist (wie zu erwarten ist, falls diese Abhängigkeit überhaupt besteht) die Abhängigkeit der Diffusionsgrösse k von der Höhe der Concentration nur eine sehr geringe, so lässt sich diese Abhängigkeit aus dem Verlaufe einer und derselben Beobachtungsreihe wegen der zu geringen darin betheiligten Concentrationsdifferenzen auch bei den feinsten

Ablesungen kaum erkennen. Zur Prüfung der besprochenen Hypothese habe ich die Diffusionsgrösse für zwei Lösungen mit den erheblich verschiedenen anfänglichen Concentrationen $z_0 = 0.214$ und $z_1 = 0.318$ wiederholt nach der zweiten Versuchsmethode bei Zimmertemperatur ermittelt. Die gefundenen Werthe enthalten die beiden folgenden Tabellen.

Lösung mit der Concentration 0.214.

	T	k
14. Nov.	18°.0	0 2399
17. Nov.	19.0	0.2435
18. Nov.	17.6	0.2397
21. Dez.	18.8	0.2428
23. Dez.	17.1	0.2384
27. Dez.	16.9	0.2377
Mittel:	17°.9	0.2403

Lösung mit der Concentration 0.318.

	T	k
10. Nov.	18°.1	0.2297
11. Nov.	18.9	0.2331
12. Nov.	18.1	0.2288
20. Dez.	17.9	0.2306
22. Dez.	17.3	0.2248
24. Dez.	17.8	0.2264
Im Mittel:	18°.0	0.2289

Daraus ergibt sich, dass die Diffusionsgrösse k nicht unabhängig von der Concentration ist, sondern mit steigender Concentration sehr langsam abnimmt.

In der Theorie der Diffusion ist also das Fick'sche Elementargesetz in derselben Weise zu corrigiren wie in der Theorie der Wärmeleitung das von Fourier aufgestellte Elementargesetz; wie dort die Grösse der inneren Wärmeleitung langsam mit steigender Temperatur abnimmt, so

sinkt hier die Diffusionsgrösse mit wachsender Concentration allmälig auf kleinere Werthe. Fick's Hypothese gibt den Verlauf der Diffusion nur mit einer ähnlich grossen Genauigkeit wieder, mit welcher Fourier's Elementargesetz den Vorgang der Wärmeleitung in starren Substanzen darstellt.

Anhang.

Bemerkungen über die sogenannten unpolarisirbaren Electroden.

Dubois-Reymond constatirte 1859, dass die Polarisation amalgamirter Zinkelectroden in wässeriger Zinksulphatlösung bei Anwendung ausserordentlich schwacher polarisirender Ströme verschwindend klein, jedenfalls ungleich kleiner ist als die irgend einer andern Combination. Er glaubte die Combination: Amalgamirte Zinkelectroden in Zinksulphatlösung als «unpolarisirbar» bezeichnen zu dürfen.

Diese Versuche wurden bisher fast ausnahmslos von Allen, die darüber berichten, irrig aufgefasst. Obschon aus Dubois-Reymond's Berichten bis zur Evidenz hervorgeht, dass diese Unpolarisirbarkeit nur bei äusserst schwachen polarisirenden Strömen angenähert besteht und mit zunehmender Stromstärke vollständig verloren geht, herrscht seit jener Zeit in der galvanischen Literatur die falsche Meinung: Amalgamirte Zinkelectroden in Zinksulphatlösung sind unpolarisirbar.

Die zweite der von mir benutzten Diffusionsmethoden legt in der schlagendsten Weise die ganz erhebliche Polarisirbarkeit dieser Combination dar. Es besteht nicht allein

nachweisbare Polarisirbarkeit, sondern es lässt sich sogar auf diese Polarisirbarkeit die schärfste und bequemste Messungsmethode für den Verlauf der Diffusion gründen. Zu gleicher Zeit deckt diese Messungsmethode die Genesis dieser Polarisirung mit aller nur wünschbaren Klarheit auf. Die Polarisirung der Zinkelectroden ist nicht Folge der electrolytischen Vorgänge an den Electroden (der Gasausscheidung), sondern die Folge der durch die Wanderung der Jonen bedingten Aenderungen der Concentrationen in den die Electroden berührenden Schichten der Zinksulphatlösung.

Die Richtigkeit dieser Behauptungen habe ich schon vor etwa 6 Jahren im Berliner Laboratorium in einer ganz anderen Weise durch folgenden einfachen Versuch dargelegt. Zwei amalgamirte Zinkelectroden werden in einer Zinksulphatlösung nicht vertical einander gegenüber gestellt, sondern horizontal über einander gelagert. Es wird ein polarisirender Strom während einer kurzen Zeit durch die Combination geleitet und hierauf die Combination in den Kreis eines empfindlichen Galvanometers eingeschaltet. Es zeigt sich erstens die Combination bei allen, auch den schwächsten polarisirenden Stromstärken uud bei allen, auch den kürzesten Durchströmungszeiten stets so polarisirt, dass der erzeugte Polarisationsstrom die entgegengesetzte Richtung des polarisirenden besitzt. Ferner ist die Grösse der erzeugten Polarisation eine ganz verschiedene, je nach der Richtung des polarisirenden Stromes: durchläuft der polarisirende Strom die Combination während einer gewissen Zeit in der Richtung von unten nach oben, so fällt die erzeugte electromotorische Kraft der Polarisation (gemessen durch die Grösse des Galvanometerausschlages) fünf bis sieben

mal so gross aus als in dem Falle, wo derselbe polarisirende Strom während derselben Zeit in der entgegengesetzten Richtung die Combination durchzieht. In dem erstern Falle werden die von dem polarisirenden Strome an den Electroden erzeugten Aenderungen der Concentration (an der untern eine Concentrirung, an der obern eine Verdünnung) nur ausserordentlich wenig durch die Diffusion verkleinert; in dem letztern Falle zerstört dagegen die Wirkung der Schwere die durch den Stromdurchgang an den Electroden erzeugten Concentrationsänderungen der Zinksulphatlösung fast vollständig.

Ueber Eiweisszersetzung im Pflanzenorganismus.

Von

Ernst Schulze.

(Der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich vorgetragen am 20. Januar 1879.)

Es ist eine allgemein bekannte Thatsache, dass die grünen, chlorophyllhaltigen Pflanzen sich hinsichtlich der Art ihrer Nahrung scharf von den Thieren unterscheiden. Die Letzteren müssen verbrennliche organische Stoffe von complicirter Zusammensetzung (Eiweissstoffe, Kohlehydrate etc.) aufnehmen, um am Leben bleiben zu können; die grünen Pflanzen dagegen vermögen sich von weit einfacher zusammengesetzten unverbrennlichen Stoffen, nämlich von Kohlensäure und anorganischen Salzen, zu ernähren.

Man würde aber sehr irren, wenn man aus dieser Thatsache schliessen wollte, dass der ganze Stoffwechsel

der Pflanzen in directem Gegensatz zu demjenigen der Thiere stände. Die Unrichtigkeit eines solchen Schlusses ergibt sich ja schon aus dem Umstande, dass die Pflanzen einen Athmungsprocess unterhalten, welcher in seinem Wesen der thierischen Athmung ganz analog ist; sie nehmen Sauerstoff aus der Luft auf und verwenden denselben in ihrem Organismus zu Oxydationen, welche Kohlensäure und Wasser liefern. So lange die grünen Pflanzen sich am Licht befinden, wird die Athmung freilich durch den mit grösserer Intensität stattfindenden Assimilationsprocess verdeckt, in welchem Kohlensäure und Wasser unter Abspaltung von freiem Sauerstoff zu organischer Substanz verarbeitet werden; sie tritt aber ungetrübt hervor, wenn man die Pflanzen ins Dunkle bringt. Dass sie aber nicht erst bei Lichtabschluss beginnt, sondern auch während der Beleuchtung und neben der Assimilation stattfindet, ist mit Sicherheit nachgewiesen worden.

Die Analogie, welche in dieser Hinsicht zwischen dem Stoffwechsel der Pflanzen und demjenigen der Thiere stattfindet, tritt noch schärfer hervor, wenn man auf die Genesis der Athmung und auf ihre Bedeutung für das Leben der Organismen näher eingeht. Im Gegensatz zu früheren Anschauungen hegt man heutzutage bekanntlich die Ansicht, dass die Sauerstoffaufnahme nicht die Ursache für den Stoffzerfall im Thierkörper ist, sondern dass vielmehr dieser Zerfall als das Primäre, die Oxydation erst als ein secundärer Vorgang betrachtet werden muss. In den lebensthätigen thierischen Zellen zerfallen, so scheint es, fortwährend organische Verbindungen von complicirter Zusammensetzung; die dabei entstehenden Producte ziehen durch ihre Affinität zum freien Sauerstoff den letzteren in den Process hinein und werden dabei

oxydirt. Durch diesen Vorgang gewinnt der thierische Organismus die für sein Fortbestehen nothwendigen Betriebskräfte — Kräfte, welche in jenen organischen Verbindungen in Form von Spannkraft (von potentieller Energie) aufgespeichert waren.

Dass das Gleiche auch für die pflanzliche Athmung anzunehmen ist, hat kürzlich Pfeffer [1]) in sehr klarer Weise dargelegt. Das Hineinziehen des freien Sauerstoffs in die lebenden Pflanzenzellen ist höchst wahrscheinlich eine Folge der in diesen Zellen stattfindenden Stoffzersetzung, bei welcher Producte entstehen, die zum Sauerstoff grosse Affinität besitzen; die Stoffzersetzung ist also auch hier als das Primäre, die Oxydation als das Secundäre anzusehen. Was aber die Bedeutung der Athmung für das Leben der Pflanzen betrifft, sowie die Ursachen, aus denen bei Sauerstoffabschluss die Pflanzen zu Grunde gehen, so müssen wir uns denken, dass die Pflanzen ebenso wie die Thiere durch die Athmung die für ihr Fortbestehen unentbehrliche Betriebskraft gewinnen. Ein Unterschied liegt nur darin, dass die grünen Pflanzen sich die spannkraftführenden organischen Verbindungen, deren Zerfall und Oxydation jene Betriebskraft liefert, im Chlorophyll-Apparate unter Arbeitsleistung der Sonnenstrahlen aus Kohlensäure und Wasser selbst zu bereiten vermögen, während die Thiere, und ebenso die chlorophyllfreien Pflanzen, solche spannkraftführende Stoffe von aussen aufnehmen müssen.

Zur Begründung dieser Anschauungen weist Pfeffer

---

[1]) Pfeffer, das Wesen und die Bedeutung der Athmung in der Pflanze. Landw. Jahrbücher von v. Nathusius und Thiel. Bd. 7, S. 805.

auch auf die Zersetzungsvorgänge hin, welche nach Sauerstoff-Abschluss in lebensthätigen Pflanzenzellen auftreten. Man weiss, dass in Früchten, Wurzeln und anderen Pflanzentheilen, wenn sie in sauerstofffreie Räume gebracht werden, eine Art von Gährung eintritt, bei welcher Alkohol, Kohlensäure und andere (nicht näher bekannte) Produkte entstehen. Pfeffer nimmt an, dass dieser Vorgang nicht erst bei Sauerstoff-Abschluss beginnt und, wenn er eingeleitet ist, bei Sauerstoff-Zutritt stille steht, dass ihm vielmehr die in den lebenden Zellen fortwährend erfolgenden molekularen Umlagerungen zu Grunde liegen, welche natürlich beim Fehlen von Sauerstoff ganz andere Endprodukte liefern müssen, als bei Anwesenheit desselben. Diese Umlagerungen sind es eben, welche die Produkte liefern, die den freien Sauerstoff in die Zellen hineinziehen; sie stehen daher mit der Sauerstoffathmung in genetischem Zusammenhang.

Was nun die Stoffe betrifft, aus denen die Hauptprodukte der pflanzlichen Athmung (Kohlensäure und Wasser) entstehen, so nimmt man an, dass dies vorzüglich Kohlehydrate und Fette sind. Man stützt sich dabei auf die an Keimpflanzen gemachten Beobachtungen. In solchen Pflanzen findet die Athmung mit grosser Intensität statt; sie tritt ferner ganz ungetrübt hervor, da die Keimlinge in der ersten Periode ihres Daseins [1]) wegen Chlorophyll-Mangels nicht zu assimiliren vermögen; die Keimpflanzen bieten daher ein sehr geeignetes Material für das Studium der mit der Athmung verbundenen Stoffmetamorphosen dar. Man findet nun, dass die Stärke und

[1]) Welche Periode man verlängern kann, indem man den Pflanzen das Licht entzieht.

das fette Oel, welche in ungekeimten Samen in reichlicher Menge enthalten sind, sich während der Keimung beständig vermindern und schliesslich fast vollständig aufgezehrt werden. Ein Theil dieser Stoffe hat allem Anschein nach zur Bildung von Cellulose, Zucker und anderen Bestandtheilen der Keimpflanzen gedient; für den Rest aber kann man annehmen, dass er durch den während der Keimung aufgenommenen Sauerstoff oxydirt wurde — dass er also die Quelle darstellt, welcher die Hauptprodukte der Athmung, Kohlensäure und Wasser, entstammen. Mit dieser Annahme lassen sich auch die Resultate in Einklang bringen, welche man bei Ermittlung des Mengenverhältnisses zwischen aufgenommenem Sauerstoff und ausgeathmeter Kohlensäure erhalten hat.

Pfeffer macht nun aber mit Recht darauf aufmerksam, dass die in dieser Hinsicht erhaltenen Ergebnisse gar keinen näheren Aufschluss darüber geben, in welcher Weise eigentlich die Athmung sich abspielt. «Nehmen wir es z. B. als bewiesen an, dass in den Keimpflanzen Stärkmehl durch den aufgenommenen Sauerstoff vollständig zu CO^2 und H^2O oxydirt wird, so können doch die C-, H- und O-Atome des Stärke-Moleküls zuvor alle möglichen Umlagerungen erfahren haben; sie können z. B. in den Aufbau eines Eiweissmoleküls getreten sein, dessen mit Sauerstoff-Aufnahme erfolgte Zertrümmerung CO^2 und H^2O lieferte. Und wenn dann die anderen Spaltungsprodukte dieses zertrümmerten Eiweissmoleküls wieder mit den in einem Stärkemolekül vereinten Atomen Eiweiss bildeten, wenn Zertrümmerung und Neubildung sich immer wiederholten, so würden auch dann die Kohlehydrate zu CO^2 und H^2O oxydirt werden.» Dass hier complicirte Processe sich abspielen, ist ja von vornherein wahrscheinlich. Stärke-

körner und Zuckermoleküle verbrennen nicht ohne Weiteres, wenn freier Sauerstoff mit ihnen in Berührung kommt; ihre Oxydation wird erst möglich durch molekulare Wechselwirkungen, denen sie im Protoplasma (in welchem vermuthlich ganz ausschliesslich die mit der Athmung verbundene Oxydation sich vollzieht) ausgesetzt werden; die Athmung muss also eine Folge der im Protoplasma stattfindenden Umsetzungen sein [1]).

Pfeffer deutet in diesen Aeusserungen die Möglichkeit an, dass an den mit der Athmung in Zusammenhang stehenden Zersetzungsvorgängen stets die Eiweisssubstanzen des Protoplasmas betheiligt sind. Eine solche Annahme muss gewiss a priori für sehr wahrscheinlich erklärt werden. Man kann sich kaum denken, dass jene tief eingreifenden Zersetzungsvorgänge nur die stickstofffreien Stoffe betreffen, die Eiweisssubstanzen dagegen unberührt lassen; auch findet man ja in den Keimpflanzen Eiweisszersetzungsprodukte in ansehnlicher Menge vor. Ob während der Athmung ein dauerndes Spiel von Zertrümmerung und Neubildung von Eiweissmolekülen stattfindet, das will Pfeffer dahin gestellt sein lassen. Ich glaube nun aber, dass nur mit Hülfe einer solchen Annahme die über die Eiweisszersetzung in Keimpflanzen gemachten Beobachtungen sich in befriedigender Weise erklären lassen; und die dafür sprechenden Resultate meiner Untersuchungen sind es, welche im Folgenden mitgetheilt werden sollen.

Zunächst muss ich einen kurzen Ueberblick über die Ergebnisse früherer Untersuchungen geben. Das erste in Keimpflanzen aufgefundene Eiweisszersetzungsprodukt ist das

---

[1]) A. a. a. O., S. 807.

Asparagin, welches namentlich in den Keimen der Papilionaceen auftritt. Nach den Anschauungen, welche Pfeffer über die Bedeutung der Asparaginbildung für die Keimlinge der genannten Gewächse ausgesprochen hat, bildet es sich aus den Reserve-Eiweissstoffen der Samen, strömt dann in die wachsenden Theile der Keimpflanzen und wird in diesen zu Eiweiss regenerirt; es vermittelt also die Translokation der Eiweissstoffe während der Keimung.

Pfeffer nahm auf Grund der bis dahin bekannt gewordenen Thatsachen an, dass beim Eiweisszerfall in den Keimlingen der Papilionaceen etc. das Asparagin als einziges stickstoffhaltiges Produkt entstehe; diese Annahme lässt sich jedoch nach den Resultaten neuerer Untersuchungen nicht festhalten; denn man hat neben demselben andere stickstoffhaltige Stoffe aufgefunden, welche gleichfalls als Eiweisszersetzungsprodukte anzusehen sind; und dieses Ergebniss liess sich nach den Kenntnissen, welche wir über die Spaltung der Eiweisskörper durch Säuren oder Alkalien besitzen, eigentlich schon voraussehen. Wir wissen, dass die Eiweissstoffe bei Einwirkung der genannten Agentien ein Gemenge von Amidosäuren liefern, in welchem sich stets Leucin, Tyrosin, Asparaginsäure und Glutaminsäure vorfinden. Solche Substanzen entstehen (neben Peptonen) auch dann, wenn Eiweiss unter dem Einfluss gewisser im Thierkörper vorkommender Fermente zerfällt. Man glaubt daher annehmen zu können, dass dieselben als constituirende Atomgruppen im Eiweissmolekül enthalten sind. In welcher Weise sie unter einander verknüpft sind, ist noch fraglich. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass Asparaginsäure und Glutaminsäure sich im Eiweiss als Asparagin und Glut-

amin [1]) vorfinden. Diese Annahmen machen es leicht erklärlich, dass beim Eiweisszerfall in Keimpflanzen Asparagin entsteht; unerklärlich aber würde es sein, wenn das zerfallende Eiweiss kein anderes stickstoffhaltiges Produkt lieferte, man muss vielmehr von vornherein erwarten, dass neben demselben auch Glutamin (oder Glutaminsäure), Leucin, Tyrosin etc. auftreten; und dieser Erwartung entsprechen denn auch die Resultate der neueren Untersuchungen. Der erste jener Stoffe, welcher neben Asparagin nachgewiesen wurde, ist das Leucin; v. Gorup-Besanez fand dasselbe in Wickenkeimen vor. Dann haben J. Barbieri und ich den Nachweis geführt, dass die Kürbiskeimlinge Glutamin enthalten; in diesen Keimlingen fanden wir ferner Tyrosin und einen Körper, der die Eigenschaften des Leucins besass; auch vermochten wir aus denselben etwas Asparaginsäure abzuscheiden, welche ursprünglich jedenfalls als Asparagin sich vorfand. Glutamin ist später durch v. Gorup-Besanez auch in den Wickenkeimen aufgefunden; und wahrscheinlich enthalten die letzteren auch ein wenig Tyrosin [2]). Sowohl in den Wicken- wie in den Kürbiskeimlingen sind also die bei der künstlichen Eiweisszersetzung stets auftretenden vier Amidosäuren mit grösserer oder geringerer Sicherheit nachgewiesen worden (Asparaginsäure und Glutaminsäure

---

[1]) Diese Körper zerfallen beim Erhitzen mit Säuren oder mit Alkalien in Ammoniak und Asparaginsäure, resp. Glutaminsäure; das bei der Spaltung der Eiweissstoffe durch die genannten Agentien erhaltene Stoffgemenge kann sie daher nicht als solche, sondern nur ihre Zersetzungsprodukte enthalten.

[2]) Das aus denselben abgeschiedene Roh-Leucin gab Tyrosin-Reaktion, schien also durch eine geringe Tyrosin-Menge verunreinigt zu sein.

in Form von Asparagin und Glutamin). Auch aus den Lupinenkeimlingen lassen sich neben Asparagin stets Amidosäuren abscheiden, welche dem Anschein nach der Leucin-Reihe angehören [1]).

Auffallend aber ist das Mengenverhältniss, in welchem diese Stoffe in den Keimpflanzen auftreten. In den Wickenkeimen findet sich neben viel Asparagin und Leucin das Glutamin nur in sehr geringer Menge und das Tyrosin nur in Spuren. Die Kürbiskeimlinge enthalten viel Glutamin; denn wir vermochten aus denselben pro 100 Theile Trockensubstanz fast 2 Theile Glutaminsäure abzuscheiden [2]); die abscheidbare Asparaginsäure betrug dagegen weniger als 0,1 %, das abscheidbare Tyrosin nur 0,2 % der Trockensubstanz; und das Leucin war dem Anschein nach in noch etwas geringerer Menge vorhanden, als Tyrosin. Man kann diese Mengenverhältnisse nicht auf die Constitution der zur Zersetzung gelangten Eiweissstoffe zurückführen. Denn wenn man den Eiweissstoff der Wicken (das Legumin) durch Säuren spaltet, erhält man das Tyrosin nicht bloss in Spuren, sondern in ansehnlicher Menge; die Eiweisssubstanz der Kürbissamen liefert bei gleicher Behandlung die oben genannten Zersetzungsprodukte in ganz anderem Mengenverhältniss, als sie in den Kürbiskeimlingen auftreten; insbesondere erhält man aus derselben sehr viel Leucin [3]). Am auffallendsten aber ist

---

[1]) Die Untersuchung derselben ist noch nicht ganz von mir beendigt.

[2]) Das Glutamin liess sich nicht als solches abscheiden; die glutaminhaltigen Extrakte liefern aber nach dem Kochen mit Salzsäure Glutaminsäure.

[3]) Nach einer von J. Barbieri und mir unternommenen Untersuchung.

der Unterschied zwischen den während der Keimung und den bei der Zersetzung durch Säuren gebildeten Quantitäten der Zersetzungsprodukte bei dem Eiweissstoff der Lupinen, dem Conglutin. 100 Theile desselben liefern nach Ritthausen bei der Spaltung durch Schwefelsäure 4—5 Theile Glutaminsäure, nur 2 Theile Asparaginsäure, daneben ansehnliche Mengen von Leucin, Tyrosin etc. In den Lupinenkeimlingen dagegen findet sich als Hauptprodukt des Eiweisszerfalls das Asparagin vor. Ich habe sowohl das letztere, wie das in den Keimlingen noch vorhandene Eiweiss quantitativ bestimmt [1]) und die davon vorgefundenen Mengen mit dem Eiweissgehalt der ungekeimten Samen verglichen. Es ergab sich, dass nach 15tägiger Keimung im Dunkeln nur noch 1/5 der ursprünglichen Eiweissmenge übrig war, und dass vom Stickstoff der verloren gegangenen Eiweissstoffe sich mehr als 60 % in Form von Asparagin vorfanden, nach 24tägiger Keimung sogar mehr als 70 %. Man kann also mit Hülfe des in den Lupinenkeimlingen vorgehenden Zersetzungsprocesses das Conglutin zum grössten Theil in Asparagin verwandeln, während doch dieser Eiweissstoff bei der Spaltung durch Säuren nur wenig Asparaginsäure liefert und man also nicht annehmen kann, dass er 60 oder gar 70 % des Stickstoffs in Form von Asparagin enthält (oder dass er eine entsprechende Menge einer anderen asparagingebenden Atomgruppe einschliesst).

Diese Erscheinung berechtigt aber nach meiner Ansicht nicht zu dem Schluss, dass der Eiweisszerfall während der Keimung in ganz anderer Weise erfolge, wie ausser-

---

[1]) Die dazu angewendeten Methoden habe ich in den Landw. Jahrbüchern, Bd. 5, S. 821, beschrieben.

halb des Organismus; sie erklärt sich vielmehr höchst wahrscheinlich in folgender Weise: Wir wissen, dass die Eiweisszersetzungsprodukte innerhalb der Keimpflanzen zur Neubildung von Eiweiss dienen (denn sie verschwinden ja später vollständig aus denselben). Es ist nun möglich, dass die verschiedenen, beim Eiweisszerfall neben einander entstehenden Produkte zu diesem Zweck mit ganz ungleicher Schnelligkeit verbraucht werden [denn die Pflanzen haben zur Eiweissbildung nicht ein Gemenge jener Produkte nöthig, sondern es genügt ihnen irgend eines derselben [1]]. Wir können uns z. B. denken, dass in den Wickenkeimen Glutamin und Tyrosin weit rascher zu Eiweiss regenerirt werden, als Leucin und Asparagin und sich desshalb in weit geringerer Menge anhäufen. Für die Kürbiskeimlinge wäre dagegen anzunehmen, dass Asparagin, Leucin und Tyrosin rascher verbraucht werden, als Glutamin. Darum finden wir das letztere in grösserer Quantität vor. Starke Ansammlung irgend eines Eiweisszersetzungsprodukts während der Keimung würde also dahin zu deuten sein, dass gerade dieses Produkt in der betreffenden Keimpflanze nur langsam zu Eiweiss regenerirt wird.

Mit Hülfe dieser Hypothese lässt sich jedoch die starke Anhäufung einzelner Eiweisszersetzungsprodukte, so z. B. des Asparagins in Lupinenkeimlingen, noch nicht ohne Weiteres erklären. Denken wir uns, dass der Eiweissstoff der Lupinen (das Conglutin) 20 % seines Stickstoffs in Form von Asparagin enthielte (was vermuthlich viel

[1]) Knop und Wolf haben durch Wasserkulturversuche nachgewiesen, dass Roggenpflanzen normal erwachsen, wenn ihnen als alleinige Stickstoffquelle Leucin oder Tyrosin dargeboten wird; dasselbe Resultat erhielt Bente bei Ernährung von Maispflanzen mit Asparagin.

zu hoch angesetzt ist), so könnte bei seinem Zerfall offenbar zunächst nur so viel Asparagin entstehen, dass es 20 % vom Stickstoff der zersetzten Conglutinmenge einschliesst, während 80 % in andere Produkte übergehen müssen. Werden nun die letzteren zur Eiweissbildung in den wachsenden Theilen der Keimlinge rascher verbraucht, als Asparagin, so wird sich jenes Mengenverhältniss mehr und mehr zu Gunsten des Asparagins verschieben. Damit aber ein Verhältniss sich herstellt, wie wir es z. B. in 15tägigen Lupinenkeimlingen vorfinden, in welchen auf Asparagin mehr als 60 % vom Stickstoff der gesammten Eiweisszersetzungsprodukte fallen, müsste jedenfalls ein sehr grosser Theil der letzteren verbraucht worden sein; die Neubildung von Eiweiss müsste also mit grosser Intensität stattgefunden haben. Dem Anschein nach ist dies nicht der Fall gewesen. Denn die 15tägigen Keimlinge sind ja arm an Eiweissstoffen; und da nun ein Theil der letzteren als unzersetzter Rest des Reserve-Eiweisses in den Cotyledonen enthalten ist, so scheint sich in den wachsenden Theilen der Keimlinge nicht viel Eiweiss auf Kosten von Eiweisszersetzungsprodukten gebildet zu haben.

Um trotzdem an der doch gewiss berechtigten Anschauung festhalten zu können, dass der Eiweissstoff der Lupinen nur eine verhältnissmässig geringe Menge von Asparagin einschliesst und daher bei seinem Zerfall zunächst keine bedeutende Asparagin-Quantität liefern kann, bleibt nach meiner Ansicht nur ein Ausweg übrig: man muss annehmen, dass die in den Lupinenkeimlingen im Ganzen zerfallene Eiweissmenge eine viel grössere ist, als diejenige Quantität, um welche der Eiweissgehalt der Cotyledonen sich verringert hat. Das würde aber der Fall gewesen sein, wenn während der Keimung ein dauerndes

Spiel von Zertrümmerung und Neubildung von Eiweissmolekülen stattfände. Wenn nun bei der Neubildung vorzugsweise das Asparagin übrig bleibt, während die anderen Spaltungsprodukte vollständiger verbraucht werden, so muss nach öfterer Wiederholung des Eiweiss-Bildungs- und Zersetzungsprocesses der grösste Theil vom Stickstoff des verloren gegangenen Eiweisses sich in Form von Asparagin vorfinden. Von der grossen Asparaginmenge, welche z. B. in 15tägigen Lupinenkeimlingen sich vorfindet, würde also nur ein Theil direkt von Reserve-Eiweiss der Cotyledonen stammen; der Rest würde von Eiweissstoffen geliefert sein, welche auf Kosten der aus den Cotyledonen in die übrigen Pflanzentheile abfliessenden Eiweisszersetzungsprodukte gebildet, später aber wieder zerfallen sind.

Diese Annahme entspricht freilich nicht der bis jetzt wohl allgemein gehegten Ansicht, dass der Eiweisszerfall seinen Sitz nur in den Cotyledonen habe und nur die hier vorhandenen Reserveeiweissstoffe betreffe, während in den wachsenden Theilen der Keimlinge nur Eiweissbildung erfolge. Die Möglichkeit einer abwechselnden Zersetzung und Neubildung von Eiweiss ist jedoch schon von Pfeffer zugegeben worden, obwohl er sich nicht bestimmt für das Statthaben derselben aussprechen zu können glaubt. Ferner aber lässt sich zeigen, dass die Vertheilung der Eiweisszersetzungsprodukte in den Lupinenkeimlingen mit den von mir gemachten Annahmen in Einklang steht. Wenn man nämlich die Cotyledonen und die übrigen Theile der Keimlinge getrennt untersucht, so findet man grosse Unterschiede im Asparagingehalt. Zum Beweise können die folgenden, an Pflanzen verschiedenen Alters gewonnenen Zahlen dienen:

		die Trockensubstanz der Cotyledonen enthält:	die Trockensubstanz der übrigen Pflanzentheile enthält:
		Asparagin	Asparagin
4 tägige Keimlinge	im Dunkeln gezogen	1,95%	14,26%
6 „ „		4,32	20,00
12 „ „		7,93	29,29
12 „ „	im Licht gezogen	9,75	27,22
11 „ „	(aus anderem Samen)	7,62	31,81

Der procentige Asparagingehalt der Cotyledonen beträgt also bei den 4tägigen Keimlingen nur $^1/_7$ von demjenigen der übrigen Pflanzentheile; bei den 6tägigen Keimlingen etwa $^1/_5$, bei den 11—12tägigen $^1/_4$ bis $^1/_3$. Man könnte nun denken, dass trotzdem der Saft der Cotyledonen procentig reicher an Asparagin wäre, als der Saft der wachsenden Pflanzentheile. Aber auch dies ist nicht der Fall, wie die folgenden Angaben erweisen:

		In den frischen Cotyledonen kommen auf 100 Th. Wasser:	In den übrigen Pflanzentheilen kommen auf 100 Th. Wasser:
		Asparagin	Asparagin
4 tägige Keimlinge	im Dunkeln gezogen	0,65 Th.	1,30 Th.
6 „ „		1,09	1,45
12 „ „		1,07	1,18
12 „ „	im Licht gezogen	1,49	2,00
11 „ „	(aus anderem Samen)	1,23	1,62

Dagegen finden sich die übrigen, neben dem Asparagin noch entstandenen Eiweisszersetzungsprodukte in den Cotyledonen in weit grösserer Menge vor, als in den wachsenden Pflanzentheilen. Zum Beweise mögen die folgenden Zahlen dienen, aus denen sich ergibt, dass in den vom Eiweiss befreiten wässerigen Extrakten aus den Cotyledonen ein verhältnissmässig geringer Theil des Stickstoffs auf Asparagin fällt, ein sehr grosser Theil auf andere

Stoffe, während dagegen in den entsprechenden Extrakten aus den übrigen Pflanzentheilen das Verhältniss ein umgekehrtes ist:

		Vom Stickstoff des eiweissfreien Extrakts aus Cotyledonen fallen		Vom Stickstoff des eiweissfreien Extrakts aus den übrigen Pflanzentheilen fallen	
		auf Asparagin	auf andere N-haltige Stoffe [1]	auf Asparagin	auf andere N-haltige Stoffe
im Dunkeln gezogen	4tägige Keimlinge	17,5%	82,5%	70,0%	30,0%
	6 „ „	20,5	79,5	68,8	31,2
	12 „ „	26,2	73,8	78,1	21,9
	11 „ „	22,6	77,4	80,1	19,9

Diese Zahlen weisen darauf hin, dass beim Zerfall der Reserve-Eiweissstoffe in den Cotyledonen das Asparagin durchaus nicht in überwiegender Menge entsteht (denn vom Stickstoff des eiweissfreien Extrakts aus Cotyledonen fallen ja nur 17,5—26,2% auf Asparagin); ferner aber führen sie zu dem Schluss, dass die Asparaginbildung nicht bloss in den Cotyledonen erfolgt. Wenn letzteres der Fall wäre, wenn also die übrigen Pflanzentheile ihr Asparagin ausschliesslich aus den Cotyledonen (durch Diosmose) erhielten, so müsste sich dieser Stoff doch in den

---

[1]) Dass unter diesen „anderen stickstoffhaltigen Stoffen“ sich Amidosäuren in beträchtlicher Menge vorfanden, wurde mit Hülfe einer von Sachsse und Kormann zur Bestimmung des in Amido-Form vorhandenen Stickstoffs angegebenen Methode mit Sicherheit nachgewiesen; es ergibt sich ferner auch aus der Thatsache, dass sich Leucin-ähnliche Amidosäuren aus den Lupinenkeimlingen abscheiden lassen. Uebrigens sind jene „anderen stickstoffhaltigen Stoffe“ nicht ausschliesslich Eiweisszersetzungsprodukte; denn schon die ungekeimten Samen enthalten neben Eiweiss eine gewisse Menge nicht eiweissartiger Stickstoffverbindungen.

letzteren (am Orte seiner Bildung) in grösserer Menge vorfinden, als in den wachsenden Pflanzentheilen, in denen er wahrscheinlich theilweise zur Eiweiss-Neubildung verbraucht wird. Gesetzt aber auch, dass gar kein Verbrauch stattfände, so könnte doch keinenfalls der Saft der wachsenden Pflanzentheile das Asparagin in stärkerer Concentration enthalten, als der Saft der Cotyledonen. Da nun letzteres der Fall ist, so muss man annehmen, dass auch in jenen Pflanzentheilen Asparagin entsteht.

Wenn man nun das auffallend verschiedene Mengenverhältniss ins Auge fasst, in welchem sich Asparagin und die übrigen Eiweisszersetzungsprodukte in den verschiedenen Theilen der Keimlinge vorfinden und sich zugleich daran erinnert, dass die wachsenden Theile relativ arm an Eiweiss sind, so scheint sich zu ergeben, dass in den letzteren die anderen Eiweisszersetzungsprodukte allmälig in Asparagin übergeführt werden. Wir können uns aber nicht denken, dass Leucin, Tyrosin, Glutamin etc. direkt in Asparagin verwandelt werden; ein solcher Vorgang ist uns vielmehr nur verständlich, wenn wir annehmen, dass auf Kosten jener anderen stickstoffhaltigen Stoffe zunächst Eiweiss entsteht, dass letzteres später zerfällt und neben andern Zersetzungsprodukten auch Asparagin liefert. Wenn dann die anderen Produkte wieder zur Eiweissbildung verbraucht werden, während Asparagin grösstentheils (oder seiner ganzen Menge nach) übrig bleibt und wenn dieser Vorgang sich öfter wiederholt, so muss ein immer grösserer Antheil vom Stickstoff der Eiweisszersetzungsprodukte in Asparagin übergehen. Die Annahme, dass in den Keimlingen abwechselnde Bildung und Zersetzung von Eiweiss stattfindet, würde also die starke Anhäufung des Asparagins (oder auch irgend eines

anderen Eiweisszersetzungsprodukts) erklärlich machen. Ein solches dauerndes Spiel von Zertrümmerung und Neubildung von Eiweissmolekülen könnte aber mit der in den Keimlingen stattfindenden Athmung in Zusammenhang stehen [1]).

Eine Anhäufung von Eiweisszersetzungsprodukten findet aber, wie es scheint, nicht nur in Keimpflanzen statt. Es ist bekannt, dass manche als Reservestoffbehälter dienende Pflanzentheile Asparagin in bedeutender Menge enthalten, so z. B. die Kartoffelknollen, die fleischigen Wurzeln einiger Rüben-Arten, die Wurzeln der Scorzonera u. s. w. Wenn man fragt, ob auch hier neben dem Asparagin andere als Eiweisszersetzungsprodukte anzusehende Stickstoffverbindungen sich finden, so kann darauf schon jetzt eine bejahende Antwort gegeben werden, obwohl erst wenige Untersuchungen darüber vorliegen. Durch eine unter Mitwirkung von A. Urich ausgeführte Arbeit [2]) habe ich nachgewiesen, dass die Runkelrüben Glutamin enthalten. Dasselbe wurde begleitet von ein wenig As-

---

[1]) Aus der Annahme, dass die Asparaginbildung hauptsächlich im hypocotylen Glied und in der Wurzel erfolgt, erklärt sich auch der relativ hohe Asparagingehalt der im Dunkeln erwachsenen Keimlinge. Es ist früher gezeigt, dass der procentige Asparagingehalt sowohl der Cotyledonen, wie der übrigen Pflanzentheile (auf Trockensubstanz bezogen) ziemlich der gleiche ist, mögen die Pflanzen am Licht oder mögen sie im Dunkeln gezogen sein. In letzterem Falle entwickelt sich aber das hypocotyle Glied viel stärker; es fällt also auf dasselbe ein grösserer Theil von der Gesammttrockensubstanz der Keimlinge; und da nun gerade im hypocotylen Glied lebhafte Asparaginbildung stattfindet, so muss der Asparagingehalt der Gesammttrockensubstanz bei solchen Pflanzen höher werden, als bei den am Licht erwachsenen.

[2]) Landw. Versuchsstat. Bd. 20, S. 232.

paragin; die Resultate einiger nach der früher erwähnten Sachsse-Kormann'schen Methode [1]) ausgeführten Bestimmungen machten es ferner wahrscheinlich, dass neben jenen Stoffen auch Amidosäuren sich vorfanden, allerdings nur in geringer Quantität. Nehmen wir letzteres als bewiesen an, so würde sich ergeben, dass unsere Rüben ein Gemenge stickstoffhaltiger Stoffe enthielten, welches dem in den Kürbiskeimlingen vorgefundenen ganz ähnlich war. Der Saft der Kartoffelknollen enthält neben Asparagin gleichfalls Stoffe aus der Classe der Amidosäuren [2]). Es liegt nun nahe zu vermuthen, dass die Ursachen, welche in diesen Fällen die Anhäufung solcher Stickstoffverbindungen bedingen, die gleichen sind, wie die in den Keimpflanzen wirkenden.

Nehmen wir es als sicher an, dass mit der Athmung eine abwechselnde Zertrümmerung und Neubildung von Eiweissmolekülen verbunden ist, so muss offenbar eine Anhäufung von Eiweisszersetzungsprodukten dann erfolgen, wenn die Eiweiss-Neubildung mit geringerer Intensität erfolgt, als die Eiweiss-Zersetzung. Das in diesem Falle sich anhäufende Stoffgemenge wird aber wohl niemals die einzelnen Eiweisszersetzungsprodukte in demjenigen Mengenverhältniss enthalten, in welchem sie aus dem Eiweiss ursprünglich entstanden sind; vielmehr werden in jenem Gemenge diejenigen Stoffe prävaliren, welche unter den obwaltenden Umständen der Pflanze für die Eiweiss-Neubildung weniger bequem sind; denn dass in dieser Hinsicht eine Verschiedenheit zwischen den verschiedenen

---

[1]) M. vgl. die Anmerkung auf S. 380.

[2]) Nach einer von J. Barbieri und mir ausgeführten Arbeit, Landw. Versuchsst. Bd. 21, S. 63.

Eiweisszersetzungsprodukten besteht, ist wohl a priori anzunehmen. In sehr vielen Fällen scheint das Asparagin dasjenige Produkt zu sein, dessen Rückverwandlung in Eiweiss der Pflanze die meiste Schwierigkeit macht und darum scheint sich dieses so oft anzuhäufen; dass aber verschiedene Pflanzen sich in dieser Beziehung nicht ganz gleich verhalten, beweisen die Kürbiskeimlinge, in denen Glutamin sich anhäuft, während Asparagin dem Anschein nach rasch zu Eiweiss regenerirt wird.

Die Ansammlung der Eiweisszersetzungsprodukte ist stets nur eine vorübergehende, falls sich die Pflanzen unter normalen Verhältnissen befinden. Man findet z. B. in den am Licht sich entwickelnden Lupinenpflanzen nicht viel Asparagin mehr vor, wenn dieselben 10—12 Laubblättchen entfaltet haben. Der Glutamin-Gehalt der Rübenwurzeln verringert sich bis auf einen geringen Betrag, wenn man dieselben wieder einpflanzt und austreiben lässt; das Glutamin geht dann in die Triebe über und wird hier offenbar zu Eiweiss regenerirt. Auch bei den Lupinen scheint die Umwandlung des Asparagins in Eiweiss in den oberen Theilen (Laubblättchen, Stammspitze etc.) zu erfolgen; denn als ich von asparaginreichen Pflänzchen diese Theile abschnitt und getrennt untersuchte, fand ich sie weit ärmer an Asparagin, als das hypocotyle Glied und die Wurzel. In diesen Organen, ebenso wie in den jungen Trieben der Rüben, sind die Verhältnisse offenbar sehr günstig für die Neubildung von Eiweiss; dieselben erweisen sich daher auch als eiweissreich, während die fleischigen Wurzeln der Rüben, sowie die Wurzel und das hypocotyle Glied der Lupinenkeimlinge im Verhältniss zu ihrem Stickstoffgehalt auffallend arm an Eiweissstoffen sind.

Die Annahme, dass in manchen Pflanzentheilen die

Eiweiss-Neubildung, in anderen die Eiweisszersetzung überwiegt, erklärt also in Verbindung mit der früher gemachten Hypothese sowohl die Anhäufung des Asparagins und anderer Eiweisszersetzungsprodukte, als auch das Wiederverschwinden derselben — ohne dass man nöthig hätte, sich die Vorstellung zu machen, dass die Pflanzen in manchen Vegetationsperioden gar nicht die Fähigkeit besässen, Asparagin oder irgend ein anderes Eiweisszersetzungsprodukt in Eiweiss umzuwandeln, in andern Vegetationsperioden aber diese Fähigkeit wieder erhielten. Was für Umstände es aber sind, durch welche die Eiweissbildung begünstigt wird, darüber lässt sich etwas Gewisses nicht aussagen; da jedoch — wie früher erwähnt ist — in stark assimilirenden Organen allem Anschein nach auch starke Eiweissbildung stattfindet, so kann man vielleicht annehmen, dass reichliches Vorhandensein physiologisch thätiger stickstofffreier Stoffe den letztern Process begünstigt, während bei geringem Vorrath an solchen die Eiweisszersetzung überwiegt [1]).

Schliesslich will ich noch ein Ergebniss meiner Untersuchungen kurz erwähnen, welches in gewisser Hinsicht als Beleg zu den im Eingang über den Verlauf der Stoffzersetzung in Pflanzenzellen ausgesprochenen Anschauungen dienen kann. Mit dem Fortschreiten der Keimung werden die im Dunkeln vegetirenden Keimlinge immer reicher an schwefelsauren Salzen. Es liegt nahe zu vermuthen, dass es der Schwefel der zerfallenen Eiweissstoffe ist,

[1]) Man ist versucht, hier eine Analogie mit dem thierischen Stoffwechsel herauszufinden. Durch reichliche Zufuhr stickstofffreier Stoffe in der Nahrung kann man bekanntlich den Eiweisszerfall im Thierkörper herabdrücken, durch Verminderung jener Stoffe denselben steigern.

welcher in Schwefelsäure übergeht; und für die Richtigkeit dieser Vermuthung spricht in sehr entschiedener Weise der Umstand, dass bei den älteren Keimpflanzen die während der Keimung gebildete Schwefelsäure-Menge sehr annähernd mit derjenigen Quantität übereinstimmt, welche aus dem Schwefel der zersetzten Eiweissstoffe hätte entstehen können.

Aber nur nach längerer Dauer der Keimung zeigte sich diese Uebereinstimmung, nicht in den ersten Keimungsstadien. In 7tägigen Lupinenkeimlingen hatte sich z. B. nur etwa halb so viel Schwefelsäure gebildet, als aus dem Schwefel des zerfallenen Eiweisses hätte entstehen können; 4tägige Keimlinge enthielten nur um ein Geringes mehr Schwefelsäure, als die ungekeimten Samen, obwohl doch in ihnen schon eine beträchtliche Eiweisszersetzung stattgefunden hatte. Je älter aber die Keimlinge waren, desto mehr näherte sich die Schwefelsäure-Zunahme der dem Schwefel des zerfallenen Eiweisses entsprechenden Quantität.

Diese Erscheinung ist, wie ich glaube, nicht schwer zu erklären. Die Eiweissstoffe liefern bei ihrem Zerfall neben Amidosäuren eine schwefelhaltige Atomgruppe, welche durch den während der Keimung aufgenommenen Sauerstoff allmälig oxydirt wird. Anfangs verläuft offenbar der Eiweisszerfall rascher, als die Oxydation der abgespaltenen schwefelhaltigen Gruppe; später nimmt die Oxydation an Intensität zu, während die Menge der Eiweisszersetzungsprodukte sich nur langsam vermehrt; darum nähert sich bei längerer Keimungsdauer die Menge der entstandenen Schwefelsäure immer mehr der dem Schwefel des zersetzten Eiweisses entsprechenden Quantität.

Ein derartiger Verlauf dieses Processes steht aber in

vollkommnem Einklang mit der früher ausgesprochenen Annahme, dass in den Pflanzenzellen ebenso wie im thierischen Organismus der Stoffzerfall das Primäre, die Oxydation erst ein secundärer Vorgang ist [1]).

[1]) Erst während ich meinen Vortrag für den Druck niederschreibe, wird mir die in der Botanischen Zeitung (Nr. 51 und 52 des Jahrgangs 1878) mitgetheilte interessante Arbeit Borodin's über die physiologische Rolle und die Verbreitung des Asparagins im Pflanzenreiche zugänglich. In derselben wird der Nachweis geführt, dass in lebenskräftigen Theilen der verschiedensten Pflanzen Asparagin auftritt, sobald diese Theile arm an stickstofffreien Stoffen werden. In Betreff der Eiweisszersetzung im Pflanzenorganismus gelangt Borodin auf Grund seiner Untersuchungen zu Schlussfolgerungen, welche in vielen Punkten mit den im Vorigen von mir geäusserten Anschauungen übereinstimmen.

Notizen.

Notizen von Herrn Freihauptmann Kündig über Blüthe und Reife der Trauben bei Zürich (aus dem Nachlasse des sel. Ingenieur Denzler).

Jahr.	Blüthe.	Röthen.	Weinlese.	Qualität und Menge.
1822	V 30—VI 15	VII 31	IX 9	Vorzüglich.
24	VII 7—VII 18	IX 10	X 20	Gering.
25	VI 14—VI 30	VIII 20	- 10	Vorzüglich und ziemlich viel.
26	- 28—VII 10	- 28	- 10	Mittelmässig.
27	- 14—VI 30	- 16	- 7	Vorzüglich.
28	- 14— - 30	- 24	- 8	Gut und viel.
29	- 24—VII 10	IX 5	- 20	Sehr schlecht und mittelviel.
30	- 14— - 4	VIII 28	- 14	Mittelmässig und wenig.
31	- 20— - 8	- 25	- 10	Schlecht und mittelviel.
32	- 30— - 15	- 25	- 16	Gut und ziemlich viel.
33	- 2—VI 21	- 22	- 9	Ordentlich.
34	V 30— - 18	- 6	IX 27	58°.
35	VI 18—VII 7	- 26	X 16	30.

Jahr.	Blüthe.	Röthen.	Weinlese.	Qualität und Menge.
36	VI 27—VII 12	IX 3	X 20	34°.
37	- 30— - 14	- 10	- 23	24, wenig und schlecht.
38	- 28— - 10	- 8	- 18	32.
39	- 20— - 4	- 4	- 14	42, viel Wein.
40	- 14— - 2	- 2	- 14	38.
41	- 2—VI 22	VIII 20	- 4	60.
42	- 11— - 22	- 20	- 5	46.
43	VII 4—VII 18	IX 18	- 23	30.
44	VI 18—VI 29	- 2	- 4	43.
45	VII 1—VII 8	- 11	- 20	42.
46	VI 12—VI 20	VIII 15	- 2	48.
47	- 22—VII 6	IX 2	- 20	33, sehr gering.
48	- 14—VI 26	VIII 24	- 9	42.
49	- 21— - 28	- 28	- 15	32.
50	VII 3—VII 15	IX 12	- 20	Gering.
51	VI 30— - 9	- 11	- 22	Gering und wenig.
52	- 25— - 6	- 1	- 14	
53	VII 8— - 15	- 16	- 24	22°.
Mittel	VI 20—VII 4	VIII 29	X 13	

Die Grade beziehen sich auf die Merz'sche Mostprobe.

[R. Wolf.]

Auszüge aus den Sitzungsprotokollen.

A. Sitzung vom 11. November 1878.

1. Es wird erinnert, dass das Desiderienbuch in jeder Sitzung aufliegt.

2. Herr Carl Schröter, Assistent für Botanik, meldet sich zur Aufnahme als ordentliches Mitglied der Gesellschaft.

3. In Verhinderung des Herrn Bibliothekars legt der Herr Präsident folgende seit der letzten Sitzung eingegangene Bücher vor:

A. Geschenke.

Vom Herrn Verfasser.

Heim, Alb., Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. Bd. 2. 4. Basel 1878.

Von den HH. Prof. Siebold u. Kölliker in Würzburg.
Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. Bd. XXXI. 1. 2.

Von der Geologischen Commission der Schweiz.
Carte géologique des Alpes Vaudoises, par Renevier.

Von dem Friesischen Fond.
Topographischer Atlas d. Schweiz. Lief. XI.

Vom Hrn. Verfasser.
Kaltbrunner, D., Manuel du voyageur. 8. Zurich 1879.

Vom Hrn. Verfasser.
Hilfiker, Dr. Ueber die Constante der Sonnenparallaxe 8. Bern 1878.

B. In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

Annales de la soc. d'agriculture etc. de Lyon. IV. 9.
Annales de la soc. Linnéenne de Lyon. T. 23.
Atti della R. accademia dei Lincei. Serie III. Trans. Vol. II. 6. 7.
Proceedings of the R. geogr. soc. XXII. 6.
Bericht 19 der Philomathie in Neisse. 1874—1877.
Bulletin de la soc. Impér. des naturalistes de Moscou. 1878. I.
Zeitschrift d. deutschen geolog. Gesellschaft. XXX. 2.
Berichte üb. d. Verhandlungen d. naturforsch. Ges. zu Freiburg. VII. 2.
Bericht d. naturw. med. Vereins zu Innsbruck. VII. 2. 3.
Proceedings of the zool. soc. of London. 1878. 2.
Nederlandsch Kruidkundig Archief. II. 4. III. 3.
Bulletin de la soc. math. de France. VI. 4. 5.
Atti della società Toscana di scienze nat. III. 2.
Monatsschrift d. Akad. zu Berlin. 1876. 6.
Verhandlungen d. naturforsch. Gesellsch. in Basel. VI. 4.
Jahresbericht 63 d. naturforsch. Gesellsch. in Emden.
Mittheilungen d. aarg. naturforsch. Gesellsch. 1.
Bericht über die Thätigkeit d. St. Gallischen naturwissensch. Gesellsch. 1876/77.
Proceedings of the London math. soc. 128. 129.
Sitzungsberichte der math.-phys. Klasse der Akad. 1878. 2.
Oversigt over det K. Danske Videnskabernes selskabs forhandlinger. 1875. 2. 3. 1876. 3. 1877. 3. 1878. 1.

Jahresbericht des Vereins f. Naturkunde zu Zwickau. 1877.
Mittheilungen a. d. Jahrbuche d. k. ungar. geolog. Anstalt. V 2.
Rigaische Industrie-Zeitung. 1878. 11—15.
Zeitschrift d. Oesterreich. Gesellschaft f. Meteorologie. XIII. 17—21.

C. Von Redactionen.

Naturforscher. 1878. 30. 31.

D. Anschaffungen.

Denkschriften d. Akad. d. W. Math.-Nat. Klasse. Bd. 35.
Transactions of the zoolog. soc. of London. X. 7. 8. 9.
Transactions of the entomolog. soc. 1878. 2. 3.
Du Moncel, Th. Exposé des applications de l'électricité. T. 5.
Mojsisovics, Edm. Die Dolomit-Riffe. Heft 2. 3. 4. und Karte 2.
Laplace. Oeuvres. T. 1. 2.
Fraas, O. Aus dem Orient. Theil 2. Geol. Beobacht.
Repertorium a. d. Gebiet d. Mathematik. II. 3.
Liebig's Annalen der Chemie. Bd. 193. 1. 2. 3. 194. 1.
Sachs, C. Aus den Llanos. 8. Leipzig 1879.
Candolle, A. et C. Prodromi continuatio. Vol. 1. Parisiis 1858.
Buch, L. v. Gesammelte Schriften. Bd. 2. 8. Berlin 1870.
Drasche. Fragmente zur Geologie der Insel Luzon. 4. Wien 1838.
Association Française p. l'avanc. des sciences. 5me. session.
Milne, Edwards. Leçons de physiologie etc. T. 10—12.
Stanley. Durch den dunkeln Welttheil. Bd. 2.
Rütimeyer, L. Der Rigi, Berg, Thal und See. 4. Basel 1877.
Heer, O. Flora fossilis arctica. Bd. V.
Philosoph. transactions of the R. soc. 168. 1.
Jahrbuch üb. d. Fortschritte d. Math. VIII. 3.
Buchner, Max. Reise durch den Stillen Ocean. 8. Breslau 1878.

4. Es wird der Tod von Hrn. Henry, Sekretär der Smithsonian Institution, angezeigt.

5. Herr Ehrhardt erklärt seinen Austritt aus der Gesellschaft.

6. Herr Prof. V. Meier berichtet über einige neue Methoden, die er angewendet hat, um die Dampfdichte (das spezifische Gewicht der Dämpfe) von Körpern zu bestimmen, welche bei gewöhnlicher Temperatur fest oder flüssig sind. Das spezifische Gewicht eines Dampfes wird dadurch ermittelt, dass eine abgewogene Probe der betreffenden Substanz in einem, von einer „Sperrflüssigkeit" ganz erfüllten Gefässe verdampft, und das Volumen (der Raum) des Dampfes aus dem der verdrängten Sperrflüssigkeit ermittelt wird. Als Sperrflüssigkeit hatte man bisher nur Quecksilber angewandt, welches aber, da es schon bei 360° siedet, die Untersuchung bei höhern Temperaturen nicht zulässt. Der Vortragende hat vor zwei Jahren gezeigt, dass sich statt Quecksilber auch sogenanntes Wood'sches Metall (eine Legirung von Blei, Zinn, Wismuth und Cadmium) anwenden lässt, mit welchem man, da es schon bei 70° flüssig ist, wie mit Quecksilber arbeiten kann, welches aber selbst bei beginnender Glühhitze nicht verdampft. Es konnten somit Dampfdichtebestimmungen bequem bei hoher Temperatur ausgeführt werden. Da es nun aber Substanzen gibt, welche auf Quecksilber oder Wood'sches Metall chemisch einwirken und diese also nach der genannten Methode nicht untersucht werden können, so hat der Vortragende jetzt den Nachweis geführt, dass man auch Gase, wie Luft, Stickstoff etc. als Sperrflüssigkeit anwenden kann. Er fand so eine Methode der Dampfdichtebestimmung von sehr allgemeiner Anwendbarkeit, indem er die auf ihre Dampfdichte zu prüfenden Substanzen in einem mit Luft oder Stickstoff gefüllten Gefässe verdampft und das Volumen des gebildeten Dampfes durch Messung des durch den Dampf verdrängten Luft- oder Stickstoffvolumens bestimmt. Der Vortrag wurde durch Vorweisungen der Apparate und durch damit vor den Augen der Zuhörer ausgeführte Messung der Dampfdichte erläutert.

Aus der Diskussion, an welcher sich die Herren Prof. Weith und Lunge betheiligten, ging hervor, dass die Methoden des Herrn Prof. V. Meyer zur Bestimmung der Dampfdichte rasch in allen Laboratorien sich eingebürgert haben, da durch dieselben manche Körper auf ihre Dampfdichte untersucht werden können, über welche eine solche Untersuchung

bisher unmöglich war, ferner, dass mit Hülfe dieser Dampfdichtebestimmungen die chemische Formel mancher Substanzen erst sicher feststellbar ist.

7. Herr Prof. Fritz theilt seine statistischen Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen den Weinerträgen und den Sonnenflecken mit. Er resumirt selbst seinen Vortrag wie folgt:

Ueber Weinerträge, Mittheilung von H. Fritz, Prof. Nach der Entdeckung der Sonnenflecken (im Jahre 1610 in Europa, in China mindestens schon vor dem Jahre 301) musste sofort sich die Frage aufwerfen: ob diese dunkeln Gebilde einen Einfluss auf die Temperaturen an der Erdoberfläche ausüben? Die Einen erklärten die Flecken für erkältend, die Andern für erwärmend wirkend, je nachdem diese oder jene Erfahrung dafür zu sprechen schien. Der Eine schloss aus kalten oder warmen Sommern, der Andere aus den Wintern; manchen genügten selbst die Beobachtungen einiger Monate dazu. Die erste auf Zahlen gegründete Untersuchung nahm William Herschel 1801 (in Philos. Transactions) vor, zu welcher ihm die Weizenpreise Englands dienen mussten, da bessere Beobachtungsmaterialien fehlten. Er kam zu dem Schlusse: in fleckenreicheren Jahren sind die Weizenpreise etwas geringer, somit muss um diese Zeit mehr Getreide wachsen. Richten sich auch im grossen Ganzen die Preise nach den Erträgen, wie Engel noch in neuerer Zeit nachwies, so hängen dieselben doch nicht einzig davon ab, sondern richten sich sehr bedeutend nach den Verkehrs-, Handels- und herrschenden politischen und Zeitverhältnissen. Weit zweckmässiger werden die wirklichen Erträge zu Grunde gelegt. Für die Cerealien besitzen wir leider nur aus wenigen Jahrzehnten genaue statistische Mittheilungen über Erträge. Die uns vorliegenden Tabellen für Preussen und aus dem Staate Ohio unterstützen die Ansicht Herschel's, indem in den Jahren mit vielen Sonnenflecken, um 1848, 1860 und vor 1870, die Weizen- und Roggenerträge wirklich häufig über dem Mittel waren. Nach den, allerdings nicht auf bestimmten Zahlen beruhenden, nur durch „gut“,

„sehr gut", „schlecht" u. s. w. ausgefüllten Tabellen in C. K. Müller's werthvoller Schrift: „Joh. Heinrich Waser" (Zürich 1878) waren auch für den Kanton Zürich während des Zeitraumes von 1700 bis 1876 die Getreideerträge zwölf Mal während der 16 abgelaufenen Sonnenfleckenmaxima über dem Mittel. — Etwas reichlicheres statistisches Material besitzen wir über die Erträge der gegen die Witterungseinflüsse empfindlicheren Weinrebe. Die für den gesammten preussischen Staat veröffentlichte Ertragsstatistik für die Jahre 1820 bis 1864 führt zu entschiedenen Maxima der Erträge um 1827, 1835, 1847 und 1859, welche im Durchschnitt um 10,7 Jahre und zu Minima um 1830, 1841 und 1854, welche um 12 Jahre auseinander liegen. Aehnliche Resultate ergeben die Ertragstabellen von Zell in Baden, Volnay in Frankreich, Nassau, Württemberg und Hessen. Fasst man die sämmtlichen Reihen zusammen, so erhält man sehr ausgeprägte Maxima der Weinerträge um 1826, 1835, 1848, 1858 1868, während die Maxima der Sonnenflecken eintraten: 1830, 1837, 1848, 1860, 1871. — Es gehen somit die Weinmaxima den Fleckenmaxima im Mittel um 2,2 Jahre voraus. Zu dem fast genau gleichen Resultate führen die Untersuchungen der Ertragslisten der Schweiz, aus dem St. Galler Rheinthale, wie aus den Kantonen Zürich, Thurgau, Schaffhausen u. s. w., wenn auch leider nur selten die Erträge in bestimmten Zahlen angegeben sind. Für das vergangene Jahrhundert sind wir ganz auf allgemeine Angaben, wie: „viel", „wenig", „sehr viel", „nichts" u. s. w. angewiesen. Belegt man diese Bezeichnungen mit entsprechenden Ziffern, so berechnen sich, wenn je die fünfjährigen Mittel in Betracht gezogen werden, wie dies bei den in bestimmten Zahlen angegebenen Beträgen ebenfalls geschah, die Maxima der Erträge für Nassau, St. Gallen, Kanton Zürich und einigen Angaben für Süddeutschland und Oesterreich für die Zeiten um: 1705, 1718, 1725, 1738, 1749, 1761, 1773, 1782. Die Sonnenfleckenmaxima waren eingetreten 1705, 1718, 1727, 1738, 1750, 1761, 1770, 1780. — Die Weinerträge im St. Galler Rheinthale (nach Pfau-Schellenberg) und im Kanton Zürich (nach Waser-Müller) ergeben übereinstimmend mit der vorhergehenden

Zusammenstellung Maxima um 1705, 1719—21, 1727—28, 1738, 1745, 1752, 1761—63, 1774—75, 1781—82 und dann um 1805, 1827, 1835, 1848, 1858 und 1868. — In weitaus den meisten Fällen fallen demnach reiche Weinerträge mit jenen Zeiten zusammen oder gehen ihnen etwas voraus, in welchen die Flecken auf der Sonne am häufigsten sind. Diesen Zeiten entsprechen nach den neueren Untersuchungen etwas höhere Lufttemperaturen und etwas mehr Niederschläge, als im Mittel eintreten. Nur die Zeit von 1783 bis 1827 zeigt in den meisten, wenn auch nicht in allen Reihen eine wesentliche Ausnahme, wie dies ähnlich bei den Temperaturen und den Niederschlägen der Fall gewesen zu sein scheint. Ein zu grosses Gewicht dürfen wir jedoch diesen Ausnahmen nicht beilegen, da sie in eine Zeit fallen, in welcher Revolutionen und Kriege lähmend auf praktische wie auf wissenschaftliche Arbeiten wirkten, so dass uns gerade aus jenen Zeiten, in welchen auch die Sonnenfleckenperioden einer wesentlichen Störung unterworfen gewesen zu sein scheinen, die wenigsten genauen Beobachtungen zur Verfügung stehen. — Ausser den Ertragslisten der genannten Ländergebiete stehen uns nur wenige aus entlegeneren Gegenden zur Verfügung. Bestätigend scheint trotzdem zu sein, dass in Bessarabien um 1856, in der Krim 1865, zu Zeiten der Fleckenminima die Erträge am kleinsten, 1859 und 1869 zur Zeit der Fleckenmaxima am grössten waren. Im Staate Ohio fiel das Maximum des Ertrages in den letzten 14 Jahren auf 1870 und auf Madeira fiel ein Ertragsmaximum auf 1847. Beide Angaben entsprechen Fleckenmaxima. — Die Weinqualitäten sind nicht in Zahlen tabellarisch anzugeben; da jedoch mit guten Erträgen häufig gute Qualitäten verbunden sind, so führen entsprechende Untersuchungen zu ähnlichen Resultaten, jedoch mit dem Unterschiede, dass die bessern Qualitäten den Fleckenminima etwas näher fallen. In der That gehören die vortrefflichsten Weine von 1783, 1811, 1822, 1834, 1846, 1857, 1865 Jahrgängen an, in welchen die Flecken ihre Minima hatten. Diese fielen in die Jahre 1784, 1811, 1823, 1834, 1844, 1856, 1867. — Da die Hagelfälle, die Stürme, die Niederschläge u. s. w. ähnliche gesetzmässige Veränderlichkeiten zeigen, so tritt mit den neueren

Untersuchungen die hier berührte Frage: in wiefern irdische Erscheinungen mit veränderter Thätigkeit auf der Sonne im Zusammenhange stehen, dem praktischen Leben näher; es versprechen zukünftige eingehendere Untersuchungen mit vollständigerem statistischem Materiale mindestens sehr interessante, wenn nicht für Kultur und Handel sehr wichtige Resultate, namentlich für die südliche Erdhälfte, in welcher die meteorologischen Erscheinungen einfacher verlaufen als in Europa oder gar in den Alpen nahe gelegenen Ländern. Durfte man früher, als nur der Erdmagnetismus und die Polarlichter in Bezug auf ihr Verhalten zu den Sonnenflecken in die Untersuchung gezogen wurden, die Frage aufwerfen: Wozu nützen derartige Untersuchungen? so wird heute eine solche Frage durch die Resultate der Forschung in richtiger Weise beantwortet. — Sehen wir bei den Weinerträgen ganz von etwaigen Beziehungen zu den Sonnenflecken ab, so bleibt der regelmässige, durchschnittlich nach etwas mehr als 11 Jahren wiederkehrende Wechsel von hohen und niederen Erträgen wie von guten und schlechten Weinen von hohem Interesse, um so mehr, als eine Ausgleichung der scheinbaren Unregelmässigkeiten der Tabellenzahlen durch die Berechnung fünfjähriger Mittel schon auffallend regelmässig verlaufende Reihen ergibt. Diejenigen der geehrten Leser, welche sich etwas näher für das oben Mitgetheilte interessiren, erlauben wir uns zu verweisen auf Nr. 8 der Monatsschrift des Schweizerischen Obst- und Weinbauvereines, Jahrg. XIV, 1878, sowie auf die in der nächsten Zeit erscheinende grössere Abhandlung über diese und verwandte Gegenstände.

Die nachfolgende Diskussion betonte in Uebereinstimmung mit dem Vortragenden, dass, wenn ein Zusammenfallen der Maxima der Weinerträge mit den Maxima der Sonnenflecken statistisch nachgewiesen sei, daraus noch keineswegs geschlossen werden dürfe, dass die Erscheinung auf der Erde die unmittelbare Folge derjenigen auf der Sonne sei, sondern dass der Zusammenhang möglicherweise durch eine Reihe von Zwischengliedern, welche unter einander in direkterer Beziehung stehen (meteorologische Erscheinungen etc.), vermittelt werde. Ferner wurde hervorgehoben, dass es sehr wünsch-

bar wäre, dass die Vergleichungen auf verschiedene Theile der Erdoberfläche, besonders auf die andere Halbkugel ausgedehnt werden könnten, um sicher zu erkennen, ob, mittelbar oder unmittelbar, die Ursache der Schwankungen in den Früchteerträgen in einer kosmischen, ausserhalb der Erdkugel gelegenen Erscheinung zu finden sei, indem in diesem letzteren Falle die gleiche Gesetzmässigkeit sich über der ganzen Erdkugel wiederfinden muss.

B. Sitzung vom 25. November 1878.

1. In Verhinderung des Herrn Bibliothekars legt der Herr Präsident folgende seit der letzten Sitzung neu eingegangene Bücher vor:

A. Geschenke.

Von Hrn. Prof. Choffat.

Esquisse du Callovien et de l'Oxfordien etc. 5 mémoires.

Von Hrn. Byers, U. S. C.

Geology of Wisconsin, Vol. II. With an atlas. 1877.

Von der Neuen Gesellschaft.

25 Exemplare von Heft I. 1. zur Vertheilung.

Von den HH. Prof. Siebold u. Kölliker in Würzburg

Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. XXXI. 3. 4.

B. In Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

Bulletin de la soc. d'hist. nat. de Colmar. 18 et 19.
Sitzungsberichte d. mathem.-physik. Klasse der Akademie zu München 1878. 3.
Bulletin de la soc. math. de France. T. VI. 6.
Proceedings of the London math. soc. 130—135.
Jahrbuch der geolog. Reichsanstalt. 1878. 3.
Mémoires de la soc. de physique et d'hist. nat. XXV. 2. XXVI. 1.
Bulletin de la soc. Vaudoise des sc. nat. No. 80.
Vierteljahrsschrift der astronom. Gesellsch. XII. 4. XIII. 2.
Archives Neerlandaises. XII. 2—5.
Jahresbericht d. naturhist. Gesellschaft zu Hannover. 25. 26.

Jahresbericht d. naturw. Vereins zu Magdeburg. 8.
Mittheilungen d. geograph. Gesellsch. zu Wien. XX.
Monatsbericht d. Preuss. Akademie. 1878. Jul. Aug.

C. Von Redactionen.

Der Naturforscher. 46.

D. Anschaffungen.

Connaissance des temps p. 1880.
Paläontographica. XXV. 5. 6. Suppl. III. 1. 2. 3.
Hanstein. Botanische Abhandlungen. III. 4.
Schrenck, L. v. Reisen im Amurlande. IV. 2.
Jan. Iconographie des Ophidiens. 49.
Leprius, R. Das westliche Süd-Tyrol. 4. Berlin 1878.

2. Herr Karl Schröter wird einstimmig als ordentliches Mitglied der Gesellschaft aufgenommen.

3. Herr Prof. Weber theilt seine Untersuchungen über das Elementargesetz der Hydrodiffusion mit. Dieselben sind auf Pag. 325—366 in extenso mitgetheilt.

4. Hr. Prof. Hermann macht Mittheilungen über den sog. phasischen Actionsstrom des Nerven. Es war zu erwarten, dass beim Durchgang einer Erregungswelle durch den Nerven und bei Ableitung von zwei Punkten desselben zum Galvanometer, jeder dieser Punkte in dem Moment, wo die Welle durch ihn hindurchgeht, sich gegen den andern negativ electrisch verhält; also ein Doppelstrom entsteht, der zuerst mit der Richtung der Erregungswelle gleichsinnig und gleich darauf entgegengesetzt ist. Indess war es bei der Kürze des Froschnerven und bei der grossen Geschwindigkeit der Nervenleitung bisher niemals gelungen, diesen Strom nachzuweisen, weil die Momente, wo die Welle beide Ableitungsstellen passirt, bestenfalls nur um $^1/_{700}$ Sekunde auseinander liegen. Dem Vortragenden ist aber jener Nachweis vollkommen gelungen, indem er den Kunstgriff gebrauchte, die Nervenleitung durch Kälte bedeutend zu verlangsamen und indem er zur Verstärkung der Wirkungen ein Bündel von etwa 6 Froschnerven verwendete. Damit ist einer der wichtigsten

theoretischen Schlüsse über den Vorgang bei der Leitung im Nerven experimentell bestätigt. Es fand sich ferner, dass die Kälte nicht allein die Leitungsgeschwindigkeit im Nerven bedeutend herabsetzt, was schon seit 1850 durch Helmholtz bekannt ist, sondern dass sie auch den Ablauf des Erregungsvorgangs an jeder einzelnen Nervenstelle beträchtlich in die Länge zieht. Der Vortragende theilte ausserdem Versuche mit über das Verhalten der Erregungswelle in galvanisch polarisirten Nervenstrecken.

5. Herr Dr. Keller weist lebende Meerthiere vor, welche ihm wiederum in Meerwasser aus dem Aquarium in Triest zugesandt worden sind. Es sind dies ein Schwamm und eine Kolonie von Tunikaten (Ascidien), welch letztere dadurch von besonderer Bedeutung geworden sind, dass sie Weichthiere sind, welche in ihren Jugendstadien auffallende Verwandtschaft mit den Jugendstadien der Wirbelthiere erkennen lassen.

C. Sitzung vom 9. Dezember 1878.

1. In Verhinderung des Hrn. Bibliothekars legt der Aktuar folgende seit der letzten Sitzung neu eingegangenen Bücher vor:

A. Geschenke.

Von der Eidgenössischen Kanzlei.

Rapport mensuel de la ligne du St-Gotthard. 57. 67. 68. 63. 66.
Rapport trimestriel 20. 21 et titres et tables du vol. 5.

Von Hrn. Prof. Dr. Wolf.

Astronomische Mittheilungen von Prof. Dr. R. Wolf. Nr. 47.

Von Hrn. Prof. A. Fliegner.

Versuche üb. d. Ausströmen d. Luft u. s. w. nebst Nachtrag.

Von Hrn. Dr. G. Schoch.

Offene Briefe über künstliche Fischzucht. Von G. S. 8. Zürich 1876.

Vom Hrn. Verfasser.

Baltzer. Ueber Bergstürze in den Alpen. 8. Zürich 1875.
Baltzer. Der Erdschlipf von Böttstein.

Von Hrn. A. Stoppani.

Carattere marino dei anfiteatri morenici dell' alta Italia. 8. Milano 1878.

Von Hrn. J. Bædeker.

Catalogus Oothecæ Bædekerianæ. 4. Iserlohn 1875.

Von dem statistischen Bureau des Kantons Zürich.

Müller, E. R. Johann Heinrich Waser. 8. Zürich.

Von dem Eidgenössischen Baubureau.

Schweiz. hydrometrische Beobachtungen. 1877. Juli—Dec.

Von Hrn. Dr. Baltzer.

Ueber einen neuerlichen Felssturz am Rossberg von Dr. A. Baltzer. 1875.

Baltzer. Beiträge zur Geognosie der Schweizeralpen. 1—5.

B. Als Tausch gegen die Vierteljahrsschrift.

Rigai'sche Industriezeitung. 1878. 16—19.

Zeitschrift d. deutschen geologischen Gesellschaft. XXX. 3.

Verhandlungen d. phys.-med. Gesellsch. in Würzburg. XII. 3. 4.

Bulletin de la soc. des sciences de Nancy. S. II. t. III. 7.

Mémoires de la soc. des sciences phys. et nat. de Bordeaux. T. II. 3.

Bericht üb. d. Senkenbergische naturf. Gesellsch. 1877—1878.

Bericht d. Vereins f. Naturkunde in Fulda. Nebst meteor. Beob. 5.

Bericht der naturwissensch. Gesellsch. zu Chemnitz. 6.

Bericht 17 der Oberhessischen Gesellsch. für Natur- und Heilkunde.

Jahresberichte d. naturwissensch. Vereins zu Elberfeld. Heft 5.

Stettiner Entomologische Zeitung. 1858. 10—12.

Mémoires de l'acad. de Montpellier. Section des sciences. IX. I.

Mémoires de l'acad. de Montpellier. Section de medécine. V. I.

Zeitschrift d. Oesterreich. Gesellschaft f. Meteorologie. XIII. 22—26.

Actes de la société Linnéenne de Bordeaux. Série IV. T. I. 6. II. 2. 2.

Proceedings of the R. Irish acad. Vol. II. Série II. 4—6.

Transactions of the R. Irish acad. Vol. XXV. XXVI. 1—5.
Verhandelingen der Hollandsche Maatschappji der Wetenschappen. III. Del. II. 6. Harlem.
Transactions of the R. society of Edinburgh. XXVII. 3.
Mittheilungen d. naturwissensch. Vereins in Aussig. März 1877.
Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft f. vaterländische Kultur. 55.
Jowa weather report for 1877 by Dr. G. Hinrichs. 8. Desmoulin 1878.
Bulletin of the Museum of comparative zoology. Vol. IV. Text and plates. V. 1—6.

D. Durch Ankauf.

Schweizerische meteorolog. Beobachtungen. Jhrg. XV. 2. 3.
Zeitschrift f. Krystallographie und Mineralogie. II. 6.
Mojsisovics von Mojsvár. Dolomit-Riffe, V. u. Uebersichtskarte. 4. 3.
Miquel, F. A. G. Stirpes Surinamenses selectæ. 4. Lugd. Bat. 1850.
Mémoires de l'acad. des sciences de S. Pétersbourg. XXV.
Hasskarl, J. K. Neuer Schlüssel zu Rumph's herbarium amboinense. 4. Halle. 1866.

2. Herr Prof. Cramer hält folgenden Vortrag: „Ueber hochdifferenzirte ein- und wenigzellige Pflanzen:

Unter den zahlreichen chemischen Elementarstoffen sind vier durch ein colossales Kombinationsvermögen ausgezeichnet: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. Von den mannigfaltigen Verbindungen derselben haben zwei Gruppen ganz ausserordentliche Bedeutung: Die sogenannten Eiweiss-Stoffe und die Kohlen-Hydrate. Sie sind es nämlich, welche das Hauptmaterial zum Aufbau der Organismen darstellen. Sie verdanken diese ihre Bedeutung zwei Ursachen: 1) dem labilen Gleichgewichtszustand der in ihnen wirksamen Kräfte, wodurch sie zu Umsetzungen aller Art befähigt werden; 2) der Quellbarkeit einzelner Modificationen, wodurch diese zur Bildung diffusibler und wachsthumsfähiger Massen und Membranen, kurz von Zellen geeignet werden. — Jede Zelle be-

steht im Wesentlichen aus einer in sich abgeschlossenen Protoplasmamasse, die Stoffe von aussen aufzunehmen und zu assimiliren, sich dadurch zu erhalten, zu vergrössern, ja selbst zu vermehren vermag. Der Protoplasmaleib der Zelle lässt (von anderen Differenzirungen abgesehen) stets eine dichtere Aussenschicht (Hautschicht, Primordialschlauch) erkennen. Sehr oft wird er ferner noch von einer besondern Membran (meist vorwiegend aus Cellulose bestehend) umkleidet. — Bekanntlich ist der Thierkörper im Allgemeinen aus nackten oder primordialen Zellen aufgebaut, während die Pflanzenzellen in der Regel von einer starren Cellulosehaut eingeschlossen werden. Im Allgemeinen sind ferner die Thiere durch freie Beweglichkeit charakterisirt, während die Pflanzen gewöhnlich auf der Unterlage festsitzen. Auch diese Thatsachen müssen eine Ursache haben. Dieselbe dürfte nach der Ansicht des Vortragenden in der herrschenden Ernährungsweise von Thieren und Pflanzen zu finden sein: Die Thiere sind im Grossen und Ganzen an die Aufnahme organischer Nahrung gebunden. Sie pflegt ihnen nicht in den Mund zu fliegen, die Thiere müssen vielmehr die Nahrung aufsuchen, sie mindestens ergreifen können. Zu diesem Zweck müssen die Thiere mit freier Bewegung oder doch mit beweglichen Fangapparaten versehen sein. Zum Aufbau derartiger Organismen können Zellen mit starren Häuten nicht dienen. Die Pflanzen hingegen leben in ihrer ungeheuren Mehrzahl von Stoffen, die fast überall vorkommen und in hohem Grade beweglich sind. Die Pflanze hat nicht nöthig, die Nahrung aufzusuchen, die Nahrung kommt zu ihr. Erstere braucht daher zum Zweck der Ernährung auch nicht frei beweglich zu sein. Es muss sich im Gegentheil Befestigung der Pflanze an der Unterlage vortheilhaft erweisen: Meerpflanzen, die gewöhnlich längs felsiger Küsten angewachsen sind, finden nur hier die nöthige Kohlensäure, sofern die meisten Meerthiere, also Kohlensäureerzeuger, sich auch längs der Küste aufhalten, oder doch immer wieder zu derselben zurückkehren. Aehnliches gilt im Ganzen auch für die Seepflanzen. In Flüssen lebende Gewächse aber würden, wenn sie nicht festgewachsen wären, fast immer früher oder

später dem sichern Untergang entgegengeführt. Für Trockenlandpflanzen ist die Befestigung nützlich, weil dieselben nur im Schooss der Erde ununterbrochen die ihnen unentbehrlichen, grossen Wassermengen aufzutreiben vermögen. Die Nachtheile, welche aus der Unbeweglichkeit der Pflanze für die Aufnahme besonders von Mineralstoffen entstehen, werden dadurch compensirt, dass die Wurzeln in centrifugaler Richtung weiter zu wachsen, die aufsaugenden Fasern also den Standort zu wechseln pflegen. Wie die übrigen Nachtheile, welche die Befestigung der Pflanze an der Unterlage mit sich bringt, beseitigt werden, wurde bei einer andern Gelegenheit gezeigt. — Wenn nun aber die Pflanze freie Beweglichkeit im Allgemeinen nicht nöthig hat, so brauchen die Pflanzenzellen nicht primordial zu bleiben. Umkleidung der letztern mit einer starren Cellulose-Membran bietet zudem den Vortheil, dass, ohne grosse Schädigung der Diffusibilität der Zellen, Steigerung der Widerstandsfähigkeit, Anhäufung grosser Massen organischer Substanz und weitgehende Arbeitstheilung möglich wird; dafür vielleicht anderseits den Nachtheil, dass kein oder nur minimes Empfindungsleben zu Stande kommt. — Alle Pflanzen bestehen, wie die Thiere, auf irgend einer Stufe der Entwicklung aus einer einzigen Zelle; die meisten werden indessen bei ihrer spätern Ausbildung mehrzellig. Zeitlebens ein-, resp. fast einzellig sind nur gewisse Algen und Pilze. Es ist hienach (aus nahe liegenden Gründen) die Einzelligkeit zur Bildung systematisch hochstehender und damit im Allgemeinen zugleich auch umfangreicherer Gewächse nicht geeignet. Man würde indessen sehr irren, wollte man sich desshalb unter ein- und wenigzelligen Pflanzen ausnahmslos sehr einfache und unscheinbare Organismen vorstellen. Unter Vorweisung zahlreicher Pflanzen, mikroskopischer Präparate und Zeichnungen wird dies ausgeführt: Primordiale Zellen sind, wie schon angedeutet worden, in der Pflanzenwelt relativ selten und bezeichnen meisst blosse Jugendzustände. Nur bei den Mykomyceten oder Schleimpilzen kommen Zellen vor, die während der ganzen vegetativen Entwicklungsperiode der Membran entbehren. Es sind die sogenannten Plasmodien.

Einzelne derselben erreichen ausserordentliche Dimensionen, so jene auf Gerberlohe manchmal sichtbaren gelben Schleimmassen, die unter dem Namen Lohblüthe bekannt sind und wie alle Plasmodien von Mykomyceten, noch ein erhöhtes Interesse erregen durch das Vermögen, die Gestalt unaufhörlich zu verändern, wie Amoeben, und auf der Unterlage fortzukriechen selbst entgegen der Wirkung der Schwere. — Von den einzelligen Pflanzen mit deutlicher Membranbildung kommen manche durch den gänzlichen Mangel eines untern und obern Endes mit einander überein. Unter diesen nehmen eine hervorragende Stelle ein: Die Diatomaceen und Desmidiaceen, durchweg mikroskopische Organismen, von welchen die erstern, mit kieselerdereicher Membran und braungelbem Inhalt, durch komplizirte, oft äusserst elegante Strukturverhältnisse der Membran sich auszeichnen, die letztern hingegen, mit kieselerdefreier Membran und grasgrünem Inhalt, durch zierliche Umrisse und eigenthümlichen Bau des Inhaltes. — Die übrigen einzelligen Pflanzen mit deutlicher Membranbildung haben dagegen, wie die grosse Mehrzahl der Pflanzen überhaupt, ein oberes und unteres Ende und sind mit dem letzteren festgewachsen. Als die einfachsten Repräsentanten derselben werden hervorgehoben die Algengattungen: Characium, Hydrocytium, Chytridium, Codiolum, streng einzellige Pflanzen von Ei- oder Keulenform, mit kürzerem oder längerem Styl unten festgewachsen, ohne alle Verzweigung am Scheitelende, sich fortpflanzend mittelst Zoosporen. Von den vorigen unterscheidet sich das Genus Sciadium durch den Besitz unechter Verzweigung, veranlasst dadurch, dass die durch simultane Theilung sich bildenden Keimzellen beim Austritt aus der Mündung der oben sich öffnenden Mutterzelle hängen bleiben und sofort keimen. Erst die Tochterzellen späterer Generationen werden gänzlich frei und schwärmen, um zur Bildung neuer, wiederholt-doldig verzweigter Kolonien Veranlassung zu geben. Länger verweilt darnach der Redner bei Botrydium granulatum, einer auf feuchtem Lehmboden hie und da massenhaft auftretenden Alge, die im erwachsenen Zustand eine mit reich

verzweigten, wurzelähnlichen Aussackungen in der Erde befestigte 1—2 mm. grosse, keulenförmige Zelle von grüner Farbe darstellt, nach Rostafinsky und Woronin geschlechtliche und mehrere Arten ungeschlechtlicher Fortpflanzung besitzt und deutlichen Generationswechsel zeigt. Ebenso werden die unter sich und mit Botrydium nahe verwandten maritimen Gattungen Polyphysa und Acetabularia, von denen jene eine über 1 Zoll hohe cylindrische, am Ende doldig verzweigte Zelle darstellt, während diese einem kleinen Schirmpilz (Agaricus) frappant ähnlich sieht, auf Grund der Untersuchungen von Nägeli, Woronin und de Bary einlässlich besprochen. Eine grosse Anzahl anderer ein- und wenigzelliger Gewächse berührt der Vortragende kaum, um bei den für den in's Auge gefassten Zweck besonders ergiebigen Algengruppen der Bryopsideen, Caulerpeen und Codieen etwas länger verweilen zu können. — Die Abtheilung der Bryopsideen umfasst zahlreiche, ein bis mehrere Zoll grosse, relativ zarte Pflanzenformen, deren aufrechte Achsen oder Thallome häufig, zumal gegen das Ende hin, ein- bis zweifach gefiedert oder auch ein- bis zweifach buschig verzweigt sind. Die Verzweigung schreitet im Allgemeinen, wie bei höheren Gewächsen, von unten nach oben fort. An der Basis pflegen die Aeste eine Einschnürung zu zeigen, Haupt- und Seitenachsen communiziren jedoch mit einander bis zum Eintritt der Reproduction. Die Bildung morphologisch verschiedener Thallomzweige wird bei diesen Pflanzen versucht, aber noch nicht streng durchgeführt. Für Bryopsis hat Pringsheim zweierlei Zoosporen nachgewiesen, das spätere Verhalten der Schwärmer ist aber noch nicht genügend aufgeklärt; die Fortpflanzungserscheinungen der übrigen hieher gehörigen Formen kennt man ebenfalls nur unvollständig. — Die Caulerpeen, zum Theil sehr ansehnliche, bis 1 Fuss grosse einzellige Algen sind charakterisirt durch stark verdickte Wände und besonders einfache oder verzweigte, oft anastomosirende Zellstofffasern, die im Innern aller Theile der Pflanze von einer Seite der Zellwand zur andern quer hinüberlaufen und ohne Zweifel wesentlich zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Zelle beitragen. Im Uebrigen bilden die Caulerpeen eine sehr polymorphe Gruppe:

Alle, ausgenommen vielleicht Stephanocoelium, scheinen kriechende Thallomachsen zu besitzen, welche, sich hie und da in einer Horizontalebene verzweigend, nach unten zur Befestigung an der Unterlage dienende Trichome (Wurzelhaare), nach oben aufrechte Thallomachsen aussenden. Der Vortragende bezeichnet die kriechenden Achsen als Herpoblasten, die aufrechten als Orthoblasten. Jene sind immer cylindrisch, diese bisweilen ebenfalls nebst ihren bald unregelmässig, bald wirtelig angeordneten Aesten (Herpochaeta). Bisweilen sind dagegen die Orthoblasten platt gedrückt, dabei ganzrandig, einfach oder verzweigt (Phyllerpa). Oder sie sind zwar auch platt, einfach oder verzweigt, aber nicht ganzrandig, sondern fiederlappig oder fiedertheilig (Ptilerpa). Bei einigen Formen von Ptilerpa bilden die Segmente auch 3 bis 4, ja sogar 5 verticale Zeilen. In noch andern Fällen endlich sind die Orthoblasten cylindrisch, einfach oder häufiger verzweigt, und dicht besetzt mit zahlreichen, kleinen, bald blasig aufgetriebenen, bald oben eingedrückten trichterförmigen oder auch nadelförmigen Aestchen, die im letztern Fall selbst wieder einfach oder verzweigt sein können (Chauvinia). Bei einigen Arten von Chauvinia finden sich solche nadelförmige Aestchen auch an den Herpoblasten. Kurz, die Caulerpeen zeigen, obwohl durchaus einzellig, eine äussere Gliederung, die einem die Frage aufdrängt, ob nicht schon bei ihnen Wurzeln, Wurzelstöcke *), aufrechte Stengel und Blätter zu unterscheiden seien, ähnlich wie bei den anatomisch und systematisch höchst stehenden Gewächsen. — In ganz andrer Richtung sind endlich noch die Codieen von hervorragendem Interesse. Sie illustriren nämlich einen Versuch der Natur, aus einer einzigen Zelle Zellgewebe, allerdings blosses Hyphengewebe, zu erzeugen und so grössere Leistungen, namentlich

*) Rhizome der Systematiker. Wer mit Nägeli unter Rhizomen echte Wurzeln versteht, darf jenen Ausdruck zur Bezeichnung von Wurzelstöcken nicht gebrauchen; dagegen lassen sich Wurzelstöcke sehr wohl als Herpoblasten bezeichnen, da dieser Terminus die Frage nach dem morphologischen Werth eines Pflanzengliedes unberührt lässt, gleichwie die Ausdrücke Macroblasten, Brachyblasten.

grössere Widerstandsfähigkeit des Organismus zu erzielen. Es geschieht diess im Allgemeinen durch reichliche Verzweigung der Zelle, inniges Zusammenschliessen ihrer Aeste und einheitliche Ausbildung gewisser Abschnitte der letztern, in Folge dessen es dann manchmal zu einer Gliederung der Pflanze, ähnlich Cacteen, ja sogar zur Differencirung einer Art Haut- und Grundgewebe kommt. Bisweilen wird ferner in die peripherischen Theile kohlensaurer Kalk abgelagert, die Pflanze incrustirt und dadurch die Widerstandsfähigkeit noch mehr erhöht. Es gehören hieher eine Reihe von Gattungen, von welchen Udotea (mit Flabellaria), Codium, Halimeda, Penicillus (mit Epera, Corallocephalus-Rhipocephalus) hervorgehoben werden mögen. Die Udoteen stellen mit Wurzelhaaren an der Unterlage befestigte, kürzer oder länger gestielte und gezonte Fächer dar, die später mittelst zahlreicher, oft dicht nebeneinander liegender rückwärts stets in einen einzigen Schlauch einmündender Zellscheitel sich vergrössern, dadurch dass diese durch Membranbildung an der Spitze sich verlängern und von Zeit zu Zeit zweiseitig sich verzweigen. Bei U. conglutinata und Palmetta ist die Verzweigung regelmässig dichotomisch, bei U. Desfontainii aber racemös. Bei der letzteren Species bilden sich überdies gewisse Aeste eigenartig aus. Die Codieen stellen dichotomisch verzweigte Stränge oder Damhirschgeweih ähnliche oder halbkugelige bis kugelige Massen dar mit sammtartiger Aussenfläche und schwammiger Consistenz. Sie bestehen aus reich verzweigten, torulösen, jedoch nicht septirten Schläuchen, deren innere locker mit einander verflochten sind, während die peripherischen, keulenförmigen Schlauchenden, palisadenartig neben einander stehend, zu einer Art Hautschicht dicht zusammentreten. Verkalkung fehlt. Die Halimeden zeigen bei ähnlichem Bau eine ganz abweichende Tracht, indem sie gleichsam zwerghafte Feigencacten nachahmen. Ihr flachgedrückter, in derselben Ebene verzweigter Körper ist nämlich von Zeit zu Zeit eingeschnürt. Die einzelnen Glieder sind rechteckig, keilförmig, kreisrund oder nierenförmig, dabei ganzrandig oder oben gelappt. Die Membranen, zumal der zu einer sehr ausgeprägten Hautschicht verbundenen peripherischen Schlauchenden sind stark

verkalkt. Die Penicilli endlich sind baumförmig, mit kürzerem oder längerem, cylindrischem oder verkehrt kegelförmigen oder spindelförmigem Stämmchen, das mittelst reichverzweigten Wurzelhaaren an der Unterlage befestigt ist und oben eine besen- oder sprengwedelförmige Krone trägt. Der Stamm besitzt eine wohlausgebildete, stark incrustirte Hautschicht, wie Halimeda, derselben schliesst sich ein lockeres, vorherrschend längsfaseriges Hyphengewebe an, die Mitte wird von einer Höhlung eingenommen. Die Krone besteht aus zahlreichen, wiederholt gabelig verzweigten, bald nur an den Verzweigungsstellen, bald auch an andern Punkten mit Einschnürungen versehenen Schläuchen. Die einzelnen Aeste divergiren in der Regel; bei P. Phoenix treten dagegen die meisten Aussprossungen der einzelnen Aeste zu randschlitzigen Fächern zusammen. Bei allen Penicillen enthält die äusserste Membranschicht älterer Partien der gebüschelten Aeste kohlensauren Kalk. [A. Weilenmann.]

Notizen zur schweiz. Kulturgeschichte. (Fortsetzung.)

269) (Forts.) Schumacher an Horner, Altona 1825 XII 20. Repsold hat mir, mein verehrter Herr Hofrath, Ihren Brief communicirt. Ich beeile mich Ihnen meinen Brief an Olbers zu senden, den ich als ein Zeichen meiner Hochachtung anzunehmen bitte, und bemerke dabei 1) dass man mich nicht der Windmacherei und des Nichtworthaltens beschuldigen kann, wenn die versprochene Erläuterung seit 1822 in allen Buchhandlungen zu haben ist. 2) dass die Idee der Ablöthung mein unbestrittenes Eigenthum ist, wie ich auch in dem Buche selbst öffentlich angeführt habe. 3) dass die ganze Operation nie unter der Direction und Leitung eines andern, weder im ganzen noch theilweise gestanden hat, als unter der meinigen. — An Maassen habe ich eine Sammlung die wohl nicht oft gefunden wird nemlich: 1 Etalon der Doppeltoise oder Stange Nr. 1 die Delambre bei seiner Basismessung brauchte; 1 Toise von Fortin; 1 Toise von Lenoir; 1 Toise von Canivet; 1 Platina Meter von Fortin; 1 Eisenmeter à trait von demselben; 1 Etalon des neu englischen

Maasses durch Kater besorgt und verificirt; 1 Etalon des Shuckburgh'schen engl. Maasses von Cary. Sie können von welchem Sie wollen Copien bekommen.

Krusenstern an Horner, St. Petersburg 1825 XII 20. Ich machte eine Fahrt nach Ehstland, die ausserordentlich wohlthätig für mich gewesen ist. Alle meine Übel verminderten sich sogleich, so wie ich nur acht Tage aus Petersburg abwesend war, und wenn sie auch seit meiner Rückkehr sich wieder eingefunden haben, so befinde ich mich doch weit besser als vor meiner Reise. Meine Kopfgicht hat mich ganz verlassen, und mit meinen andern Uebeln geht es auch besser. Seit einigen Wochen hat sich hier so viel merkwürdiges zugetragen, dass jeder andere Stoff zu unserer Correspondenz an Interesse verliert. Wir haben unsern herrlichen Kaiser verloren, und stehen in Gefahr auch seine Gemahlin zu verlieren, denn selbst nach den neuesten Nachrichten aus Taganrog nehmen ihre Kräfte sehr ab. Aus den überall bekannten Actenstücken sind Sie hinlänglich von dem unterrichtet, wie noble die beiden Kaiserlichen Brüder sich weigerten die Krone sich aufzusetzen. In dem ganzen Betragen liegt Etwas so Chevaleresques dass der gleichgültigste Mensch davon ergriffen seyn muss. Wie schmerzlich war daher der Auftritt der hier am 14 Dezember sich ereignete und worüber eine officielle Relation erschienen ist, die ganz getreu ist. Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dass es nicht die Soldaten waren, die sich empörten, sondern dass sie von den Verräthern auf jede Weise irregeleitet wurden, als ob sie sich eines Meineids schuldig machten, wenn sie dem Kaiser Nicolaus die Treue schwuren. Der russische Soldat ist der gehorsamste, der ergebenste, sowie der tapferste Soldat; wie sollte man also wohl glauben, dass ein solcher gegen seinen Kaiser sich empören sollte, wenn sie nicht durch teufliche Insinuationen ihrer eigenen Offiziere wären irregeleitet worden. — Gottlob alles ist wieder ruhig, und so wie kein Uebel nicht auch sein Gutes mit sich bringt, so hat man den Vortheil daraus gezogen, dass ein Jeder, welcher den Kaiser an dem Tage gesehen hat, ihn zu bewundern gelernt hat. Er benahm sich mit einer Besonnenheit, mit einer Ruhe, mit einer Gleichgültigkeit

gegen die Gefahr, die bey uns die schönsten Hoffnungen erregt, und die er gewiss realisiren wird. Er ist ein kenntnissvoller Fürst, und man kann mit vollem Recht von ihm erwarten, dass er die zweckmässigsten Maassregeln ergreifen wird das Glück und die Civilisation seines Reiches zu begründen.

Trechsel an Horner, Bern 1825 XII 21. So bedauerlich auch die in Betreff der Ausfertigung und Versendung der Barometer und Thermometer eingetretenen Hindernisse sind, da sie uns um einen vollständigen Jahrgang von Beobachtungen bringen, so ist doch wohl schwerlich etwas anderes zu machen als mit Geduld sich drein zu ergeben, und baldigen Schnee für die Thermometer—, und gute Wege und Wetter und Musse für Herrn Öri und den Träger auf den kommenden Februar (denn länger sollte wo möglich die Sache doch nicht anstehen) vom Himmel zu bitten. Dass Herr Oeri alsdann mitgehen will, zumal mit einem guten Heberbarometer versehen, sehe ich für wichtig und höchst erwünscht an. — Ich bin so eben in den wenigen Mussestunden, die mir meine allzu vielen Collegien übrig lassen, mit dem Studium des Ersten Theiles des neuen physikal. Wörterbuches beschäftigt, wo mich gewisse mit H bezeichnete Artikel ganz besonders ansprechen und mannigfaltig belehren. — Ach! leider bleibt mir zum eigenen Arbeiten und selbst zum nöthigen Fortschreiten in der Wissenschaft doch gar zu wenig Zeit und freye frische Kraft. Ich komme mir mit meinen fünf verschiedenen Collegien in Physik und Mathematik, die mir diesen Winter auf der Seele liegen, zu denen nun gar noch ein Declamatorium kömmt, um dessen Leitung mich einige und fünfzig Studirende baten, — ordentlich vor wie ein Post-Ross, das immer noch müde wieder eingespannt wird, um unter der Peitsche der Nothwendigkeit den Trab von neuem zu beginnen. So gieng es mir übrigens seit meinem 15. Jahre, von welchem an ich mir selber überlassen blieb, und kein Mensch sich um den armen, schüchternen, durch Nahrungssorgen gedrückten, und in Bern damals ganz fremden Jüngling bekümmerte! Das Traben oder vielmehr das Trabenmüssen ist mir mithin so neu und fremde nicht, aber es

knüpfen sich denn doch daran viel schwermüthige Betrachtungen und ernste Vergleichungen meines in solchem Traben nachgerade verfliessenden Daseyns mit dem schönen, aufrechten, freudigen, majestätischen Gange und raschen Vorwärtsschreiten so vieler und so ausgezeichneter Männer und Gelehrten um mich. — Doch verzeihen Sie diesen Anfall schwermüthiger Herzenserleichterung des Freundes gegen den Freund — und behalten Sie mich mit aller meiner Schwäche und wahrlich nicht ganz verschuldeten Mangelhaftigkeit dennoch lieb, wie ich Sie denn auch mit grosser Hochachtung von Herzen lieb habe.

Horner an Trechsel, Zürich 1825 XII 26. Sie sind an Nachsicht und Langmuth sich immer gleich. Ein Anderer wäre verdriesslich gewesen, dass man um ein Jahr zu spät komme. Sie aber behandeln die Sache als Philosoph und nehmen aus den Umständen das Beste. Dahin rechne allerdings auch ich den Umstand, dass alle unsere Barometer von einem und demselben genauen und gewissenhaften Künstler an Ort und Stelle aufgehängt, verglichen und berichtigt werden, dass das Risico des Transports ganz auf diesem liegt, und dass etwa solche Professoren der Physik, die nicht recht wissen, was ein Vernier ist, von diesem unterrichtet werden können..... Der Schluss Ihres Briefes hat mich wahrhaft gerührt: Sie haben wirklich gar zu viel auf dem Halse. Auch mir nöthigt die physische Schwäche und Müdigkeit manchen Seufzer ab, und gerne wollte ich dociren und traben, wenn nur Lungen und Beine mir besser zuständen. Hätte ich das phys. Wörterbuch nicht auf dem Halse, so wäre mir auch viel wohler; aber das drängt und ängstigt mich zuweilen ganz abscheulich. Habe ich meine Lectionen abgehaspelt, so muss ich mit müdem Kopfe Artikel bearbeiten, in die ich mich nie recht hineingearbeitet habe; bin ich damit fertig, so zupft mich Freund Zach, und verlangt astronomische Rechnungen. Wer kann da Allem genügen? Hätte ich noch frische Jugendkraft, und könnte ich, wie so mancher Andere, im Sitzen verdauen, so würde sich das wohl machen. Aber so lässt sich nichts erzwingen. Bey diesen Schwächen und Unvollkommenheiten behelfe ich mich des Wahlspruches meines trefflichen

Freundes Brandes: „Ein Schelm thut mehr als er kann"; und so rutsche ich mit meinen Arbeiten und Geschäften fort, da ich nun einmal zum frohen kräftigen Marsch zu alt bin. Meine Jugend war zwar frey von Nahrungssorgen; aber ich hatte nicht den zehnten Theil der Genüsse, deren unsere jungen Leute sich jetzt zu erfreuen haben, und auch in der Fremde musste ich zuweilen, was man nennt, krumm liegen, weil die Decke zu kurz war, d. h. weil ich nicht genug Geld von Hause beziehen konnte. Dennoch danke ich meinem Gott, der mir zu dem verholfen hat, wo ich nun bin, und auch Sie, mein theurer Freund, dürfen beym Rückblick denn doch, wie ich glaube, mit dem errungenen Ziele zufrieden seyn. Also, macte animo! mein Lieber, und lassen Sie uns weiter in Freude und Leid als treue Freunde einander zum unverzagten Kampf mit den Mühen des Lebens ermuntern.

Krusenstern an Horner, St. Petersburg 1826 I 4. Die Academie hat kürzlich den braven Fuss verloren; für die Wissenschaft möchte der Tod Schubert's ein grösserer Verlurst gewesen seyn, aber für die Academie ist Fuss unersetzlich, und man weiss gar nicht wen man zum Secretär machen soll. — Vor einigen Tagen bekam ich von Zach ein Stück des VI Heftes, welches eine Anzeige meines Atlasses enthielt. Danken Sie ihm sehr dafür, wenn Sie ihm schreiben sollten; er würde mich sehr verbinden mir auch die fernere Fortsetzung zu schicken, nur nicht mit der Post — denn ich habe 15 Rubel für seine Sendung bezahlen müssen, — sondern durch unsere Mission in Florenz. Er braucht nur eine Enveloppe an den Fürsten Dolgorucky zu machen, welcher von hier aus eine Weisung bekommen wird, alles was ihm Zach für mich schicken wird, mir mit der Post zuzuschicken. — Gestern starb hier der Kanzler nach einer 36tägigen Krankheit; sein Tod ist ein grosser Verlurst für Russland; er war wohl die grösste Zierde des Reiches. Ich habe viel an ihm verloren; er war mir sehr gut.

Trechsel an Horner, Bern 1826 I 15. (Therm. —17° R). Das Wort der Aufmunterung hat wirklich Aufmunterung und Stärkung hervorgebracht. Wahrlich, es ist doch eine Freude, eine hohe Freude, auf seinem Lebenswege, der dann

und wann ein bischen mühsam und holperig, solche Freunde anzutreffen, bey denen Kopf und Geist und Herz und Seele so ganz in Ordnung und auf dem rechten Flecke sind. — Ich komme Sie um eine Gefälligkeit anzusprechen. Ich wünschte correspondirend mit Gautier im Laufe dieses Winters und Frühjahrs einige Meridiandurchgänge von Mond und Sternen nahe an seinem Parallel zu beobachten, um zu sehen, was sich daraus für die Längendifferenz ergibt. Dazu soll in den Astron. Nachr. von Schumacher, die ich leider nicht besitze, ein Verzeichniss schiklicher Sterne sich befinden. Könnten Sie mir wohl das daherige Nr. oder den Band auf kurze Zeit leihen? Sind die Hülfstafeln für 1826 noch nicht zu haben? Es wäre nun doch bald Zeit dazu, wenn sie nicht für die Hälfte des Jahres unnütz werden sollen. — Neulich schrieb mir Delcros in Bezug auf unser Vorhaben einer Basismessung, das ich ihm gelegentlich mittheilte: „J'aurois mille choses à vous dire relativement à ce projet, et je vous en écrirai une longue lettre... Pour le moment j'ose affirmer, qu'il n'y a pas une base exacte dans toute l'Europe". Also auch nicht diejenige im Elsass, welche Delcros mit Henry mass? Auch nicht diejenige, welche Delcros noch erst im letzten Sommer in der Provence mass? Haben Sie in dieser Angelegenheit noch keine Nachrichten von Hamburg?

G. F. Parrot an Horner, Dorpat 1826 im Januar. Sie sind sehr gut, geliebter Freund, so oft und mit so vieler Liebe an mich zu denken; unser gemeinschaftlicher Krusenstern hat mich oft davon versichert und es war mir jederzeit ein wahrer Genuss. Die Freundschaft von Männern wie Sie ist der wahre Lohn des Freundes der Wissenschaft und der Natur. Wie ich diese Freundschaft erwiedere, brauche ich Ihnen nicht zu sagen. Nur bitte ich es nicht nach der Frequenz der Briefe zu beurtheilen. Mein Sohn ist gleichfalls stolz in Ihrem Andenken zu stehen, und trägt mir auf es Ihnen zu versichern; er denkt stets mit Dankbarkeit Ihrer ihm bewiesenen Güte. Mein alter Krause, der seit 11 Jahren das Zimmer mit stoischer Gelassenheit und schweitzerischer Heiterkeit hütet, kann kaum glauben, dass Sie sich noch des Bauersmannes erinnern. Ich aber glaube es leicht Sie werden die Perle von Dorpat

nicht vergessen. — Sie meynen dass ich Ihnen über den physikalischen und Erd-Magnetismus etwas kluges sagen könnte. Da irren Sie; was ich Ihnen sagen kann und über vieles Andere, wissen Sie besser, besonders da Sie im Mittelpunkte der Naturwissenschaft leben. Zwar habe ich Oersted's, Ampère's und Erman's Versuche grösstentheils nachgemacht und sie richtig gefunden. Aber mit den Spiral-Windungen, mit den transversal-magnetischen Theorien, und am allerwenigsten mit Ampère's Identität des Magnetismus und der Electricität kann ich mich nicht vertragen. Dass Letzteres nicht wahr sey lässt sich ohne Schwierigkeit apodiktisch demonstriren. Am wenigsten behagen mir die Strömungen um die Erde in der Richtung der magnetischen Länge, lauter rohe Produkte französischer Phantasie, die Alles erklärt zu haben glaubt, wenn sie ein Winkelchen des Schleyers gelüftet hat. Ich hoffe übrigens dass Poisson uns nächstens mit einem Bande von Formeln reguliren wird, um uns die mathematische Wahrheit solcher Geistes-Spiele zu demonstriren, wie er es für die Electricität gethan zu haben glaubt. Ein Deutscher hat kürzlich dieses verderbliche Beispiel nachgeahmt und uns, mit willkürlicher Annahme von Verhältnissen der Anziehung und Repulsion der Mollècules der Körper, die Cristalle zu construiren gelehrt. — Bedauern Sie es nicht, dass die Natur uns ein immer grösseres Räthsel wird, je tiefer wir in ihre Geheimnisse einzudringen wähnen. So muss es sein wenn sie dem menschlichen Geiste immer neue Nahrung geben und uns immer gross, als das Werk eines unendlichen Schöpfers, erscheinen soll. Zwar erstickt jetzt die Wissenschaft in ihrem Fett, besonders seit die Charlatannerie der mathematischen Formeln nichts unerklärt lassen will. Aber unsere Nachkommen werden aufräumen, die Spreu vom Weitzen scheiden. — Wundern Sie sich nicht über diesen Eifer gegen die Formelmänner. Ich ehre die Mathematik wahrhaft, halte sie für das Studium der Natur ganz unentbehrlich; aber eben desswegen weil ich sie ehre, soll sie nicht dazu dienen uns Pulver in die Augen zu blasen. Seit ich Laplace's Theorie der Capillarität gelesen und durch Gegenversuche mich überzeugte, dass der grosse Analytiker den armen Haüy gezwungen

hat falsche Versuche anzustellen um diese Theorie zu rechtfertigen (ich habe meine Abhandlung damals an das National-Institut für La Place geschickt), sind meine Augen rein geworden. — Fraunhofer's Meisterwerk (das ist sein dioptrisches Fernrohr in optischer und mechanischer Hinsicht) ist jetzt an seiner Stelle und unser treffliche Struve beobachtet schon an dieser neuen Stelle. In zwey Nächten hat er schon 84 neue Doppelsterne entdeckt, die 800 frühern, die er von einem Winkel der Sternwarte aus fand, nicht gerechnet. Was wird aus dem Weltsysteme bei den unzähligen mit einander walzenden Sonnenpaaren? Sie wissen das gewiss besser als ich sublunarischer Wurm. Indess ist mir doch die Ehre geworden diesem magischen Teleskop, das uns das Weltall bald in ewigem Tanzen darstellen wird, sein Schneckenhaus zu bauen. Ists doch auch etwas bey solchen Dingen Tischler und Schlosser zu seyn!

Horner an Trechsel, Zürich 1826 I 28. Schumacher berichtete mir, dass er im Besitze von 3 Toisen, von Lenoir, Canivet und Fortin sey, auch ein Meter und das Shukburgh'sche und Kater'sche Standard-Maass habe, und Repsold verspricht höchst genaue Copien zu liefern. Ich hoffe nächstens von dem sehr mit Geschäften überhäuften Hrn. Staatsrath Finsler den Auftrag zur Bestellung einer solchen Copie zu erhalten; auf jeden Fall wird dieses eine Toise seyn. Auf Repsold's Genauigkeit kann ich mich hierin verlassen. — Ueber die Basismessung selbst hat mir Schumacher sein (gedrucktes) Schreiben an Dr. Olbers über die Basismessung etc. zugeschickt. Manches ist darinn gut, doch gefällt mir nicht Alles; ich habe seither über den ganzen Detail der Etalons, Messstangen, Böcke und Gerüste, sowie über die Messung selbst reiflich nachgedacht, und glaube nun über das beste Anstellen hierin im Reinen zu seyn. Ich warte nur auf Hrn. Pestalutz um mit ihm Alles von Grund aus durchzusprechen, ehe ich die Ideen in rechter Grösse aufzeichnen lasse. Dieser ist aber auch mit Berufsarbeiten so überhäuft, dass man ihn selten zu sehen bekömmt. Ich werde Ihnen dann Alles mittheilen, auch Schumachers Werk beyfügen, sobald wir hier unsere Ideen berichtigt haben. — Delcros Aeusserung über

die Basismessungen klingt furchtbar; doch hat er, glaube ich, Unrecht, wenn er von französischen Arbeiten auf die von ganz Europa schliesst; mir ist die Sache ganz klar, wie man in solcher Arbeit sich der höchsten Genauigkeit versichern könne. Schumacher hat auf einem nach Jahresfrist wiedergemessenen Stück von 924 Toisen nur 1½ Linien Unterschied gefunden. Das wichtigste Erforderniss ist, bey den übrigen untrüglichen Verfahrungsarten, die Kenntniss der genauen Temperatur der Stangen. — Soeben habe ich von Hrn. St. R. Finsler den Auftrag erhalten, eine Copie der Toise zu bestellen. Meine Ideen über Messstangen und Gerüste werde ich nun ins Reine zeichnen, damit sie Ihnen zugeschickt werden können ehe man an die Ausführung geht.

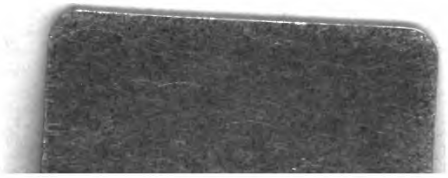
Horner an Trechsel, Zürich 1826 III 5. Noch immer habe ich so viel zu thun, werde durch unfreudige Geschäfte so viel von nützlichern nnd angenehmern Arbeiten abgehalten, dass ich mir nicht zu helfen weiss. Bin ich einmal aus dieser Pressung heraus, so werde ich mich an die Construction eines Barometrographen machen, den ich im Kopfe schon fertig habe. Auch werde dann die Zeichnungen für die Messapparate fortsetzen. — Ich habe vor einigen Tagen ein Buch erhalten „Die kleine Speyerer-Basis von Schwerd", das ich mir bestellt hatte. In diesem wird theoretisch und factisch dargethan, dass man bey der heutigen Vollkommenheit der Winkelmesser mit kleinen Standlinien ebenso gut wo nicht besser fahre, als mit sehr grossen. Durch eine Basis von 859m,57 wurde eine von andern Geodäten früher gemessene, 23 mal grössere Basis von 19793m,48 mit einer Genauigkeit von 0m,07 oder 2½ Zoll durch 5 Dreiecke bestimmt. Sollte es wohl nöthig seyn die ganze Aarberger-Basis nachzumessen, und könnte man nicht ebenso gut die nächsten Distanzen durch eine kürzere Standlinie bestimmen? Die Kosten des Messens selbst, die Unterhaltung des zahlreichen Personals sind doch wohl das Bedeutendste bey dieser Sache. Ueberhaupt scheint die Vervollkommnung der Winkelmesser dem Triangulirungssystem eine andere Gestalt gegeben zu haben. Man findet es bequemer und sicherer mit kleinern Dreyecken zu arbeiten, weil man der absoluten Bestimmung ihrer Seiten sicher ist; dabey fallen die

Spiele der Lateralcorrection grösstentheils weg; der Fehler einer Secunde wird ohne Einfluss, wenn nur genaue Centrirung in Acht genommen wird. Die Kleinheit der Dreiecke liefert dann auch desto mehr sichere Anhaltspunkte für die Detailvermessung. Mann kann sich bequemer durch die Thäler über das Hochgebirg hinüberwinden, als auf den beschneyten Alpspitzen kostbare und leicht zerstörte Signale bauen, und öfters vergebliche und mühselige Ersteigungen unternehmen zu müssen.

Krusenstern an Horner, St. Petersburg 1826 III 25. Wir haben kürzlich unsern guten Alexander zu Grabe begleitet. Lange werden wir um ihn weinen. Ich kann seinen Namen nicht aussprechen, ohne dass sich meine Augen mit Thränen füllen. Ihm verdanken wir es, dass er Russland nach Europa versetzt hat, sowie ganz Europa ihm Dank wissen muss, den Frieden der Welt erhalten zu haben. Auch Romanzoff's Verlurst habe ich sehr gefühlt; er war mir immer ein treuer, wohlwollender Freund. Von allen Personen, die ihm nahe standen, waren Krug und ich diejenigen, zu denen er das grösste Zutrauen hatte. Eine Pension von 1200 Rbl., die er Krug auf seinem Todtenbette angeboten, hat er nicht angenommen, zum grossen Erstaunen des Bruders und des einzigen Erben, welcher übrigens alle begonnenen Untersuchungen des verstorbenen Kanzlers fortsetzen wird. (Forts. folgt.)

[R. Wolf.]

UNIV. OF MICH
SEP 29 1910



UNIV. OF MICH
SEP 29 1910